Эврика
А. Томилин
ЗАНИМАТЕЛЬНО О КОСМОЛОГИИ

А. Томилин

ЗАНИМАТЕЛЬНО О КОСМОЛОГИИ

Книга очерков и новелл в трех частях и десяти главах про людей и достижения великой науки о строении и развитии вселенной от древности и до наших дней, сочиненная и списанная со многих источников автором

АНАТОЛИЕМ ТОМИЛИНЫМ

в году 1971

в городе

ЛЕНИНГРАДЕ

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЦК ВЛКСМ
«МОЛОДАЯ ГВАРДИЯ»
1971

вместо введения

— обращение, в котором автор, используя все доступные ему аргументы, пытается уговорить читателя не браться за эту книгу

Уважаемый читатель! Перед вами книжка о *космологии*. Но прежде чем переходить к сути дела, давайте договоримся, что мы оба будем понимать под указанным термином.

Космос — с греческого *«вселенная»*.

Логос — на том же древнем языке означает: *«понятие, учение* или *наука»*. Соединив обе части вместе, мы одним махом можем покончить с семантическими исследованиями и получить:

Космология — наука, изучающая вселенную! Коротко и просто. Остается не совсем ясным пустяк — что подразумевать под словом «вселенная»? Есть одно легкомысленное определение, которое гласит: *«Вселенная есть все сущее вокруг нас!»* Так говаривали прежде. Так порой повторяем и мы, не задумываясь об ассортименте окружающей нас действительности. А он, ассортимент-то этот, довольно обширен. Он простирается от живого до мертвого, от взаимоотношений людей до столкновения элементарных частиц и галактик. От мезонов с «веком» в миллиардные доли секунды до звезд, возраст которых исчисляется миллиардолетиями. От фотонов с массой покоя равной нулю и

до квазаров — гигантских скоплений бушующей материи, вобравших в себя массы миллиардов солнц...

Определение *«все сущее»* получается довольно расплывчатым. Разве в состоянии кто-нибудь постигнуть *все-все?* Да к этому и стремиться нечего. Говорят же умные люди: изучать все — значит, не изучать ничего. Недаром наука поделена на некие приусадебные участки, за которыми бдительно следят рачительные хозяева.

Мы заговорили об элементарных частицах, и смотрите, как нахмурились физики. Тайны материи на ее элементарной стадии развития — прерогатива физики элементарных частиц!

Мы упомянули о квазарах и галактиках — насторожились астрономы и радиоастрономы. И те и другие очень не любят, когда их путают, но в драку, если ущемляются интересы музы Урании, вступают сообща.

Мы коснулись вероятности столкновения частиц, вычисления сил взаимодействия огромнейших галактик — математики лишь удивленно поднимают брови. Эти интеллигентные люди глубоко убеждены, что любая наука, пока она не стала отраслью математики, сродни шарлатанству. Убеждены, но молчат из вежливости.

И все-таки, несмотря ни на какие протесты физиков, грозные лица астрономов и поднятые брови интеллигентных математиков, все три науки входят равноправными ингредиентами в общий котел космологии. И не только они. Есть еще одни...

Оглядитесь, все окружающее имеет свое начало, все окружающее имеет свой конец. Так подсказывает нам здравый смысл, так подсказывает сама конечность нашего с вами существования в этом мире. Вот вы родились, дорогой читатель, пришли в мир, в котором вас никогда не было. Пройдет много лет, пусть даже очень много — целая жизнь, но вы уйдете из мира *навсегда*, а он останется таким же прекрасным...

Никогда и навсегда — от этих слов веет холодом царства Аида. Да и существуют ли такие понятия на самом деле? Мы материалисты. Мы знаем, что даже человечество на нашей планете, даже сама жизнь на

ней не вечны. Если верить ученым, она возникла-то не так уж давно. Развилась из куска протоплазмы до смышленой, хотя и не особенно симпатичной, волосатой обезьяны, позже превратившейся в человека. Но пройдет срок, и сначала люди, а потом и жизнь вообще покинут Землю. Наша планета станет непригодной для «способа существования белковых тел...». Да и сама планета не вечна. Не вечно Солнце. Не вечны звезды, галактики, может быть, даже вселенная... Вы никогда не задумывались над этим? Не пытались заглянуть за фасад слов: *«всегда»* и *«никогда», «вечность»* и *«бесконечность»,* чтобы хоть одним глазком увидеть, какие бездны они собой прикрывают. Ведь если вселенная родилась и умрет, то что же было до рождения самой первой, самой-самой первой звезды? И что будет потом?..

«Да ну вас... — вежливо скажет разумный читатель, — философия!» И будет прав. Философия! Именно философия — четвертый ингредиент, входящий в науку о вселенной. Физика, математика, астрономия и философия за круглым космологическим столом. Автору очень хочется подчеркнуть слово «круглым» потому, что еще совсем недавно космологию с легкостью именовали «частью астрономии». А теперь? Теперь космология — наука о вселенной в целом! Так написано в учебнике астрономии. Ощущаете разницу? Наука!.. Энциклопедия уточняет определение: «Космология — учение о вселенной как целом, включающее в себя теорию всей охваченной астрономическими наблюдениями области как части вселенной». После этого понятие о космологии приобретает в астрономическом смысле глобальный характер и нуждается в дальнейших пояснениях: что изучает космология и на чем основывается? Сошлемся на мнение известного советского специалиста А. Л. Зельманова: «Современная космология рассматривает распределение, взаимодействие и движение масс в мировом пространстве, его геометрические свойства, превращения энергии во вселенной». Что ж, это уже ответ. Теперь об основах: «Она (космология) опирается на эмпирические сведения о строении, свойствах и поведении наблюдаемой части вселенной, на основные физические законы, а в характерных для

космологии далеко идущих обобщениях — также на общие философские соображения». Тоже понятно: наблюдения + теория + философские обобщения!

И наконец, чтобы закончить первую встречу с космологией, оценкой ее места в современности, уместно привести слова академика В. Л. Гинзбурга о том, что «в науке о неживой природе существуют сейчас только две фундаментальные проблемы: физика элементарных частиц и космология».

Вот, пожалуй, теперь автор спокоен. Вдумчивый читатель, прочитав все определения, должен прийти к выводу, что космология сугубо теоретическая, «чистая» наука, не имеющая особого практического смысла. На что же она нужна? Чтобы только

думать? Забивать себе голову проклятыми вопросами, на которые жрецы Зороастра и Будды давали куда более вразумительные, с точки зрения «здравого смысла», ответы, чем можем сделать это мы сейчас?

Скорбя о золотом веке, мудрый Эразм Роттердамский писал: «...древние люди были слишком богобоязненны, чтобы испытывать с нечестивым любопытством тайны природы, пытаться проникнуть в сокровенные причины вещей; они сочли бы кощунством желание смертного человека сделаться мудрее, нежели то предопределено его жребием».

О космологии пока написано сравнительно немного популярных книг. Во-первых, потому, что довольно

долгое время она действительно являлась одним из разделов астрономии, причем далеко не самым доступным. Во-вторых, и автор заявляет об этом со всей ответственностью, ни теоретическая физика, ни геометрия многомерных пространств, ни тем более общая теория относительности плюс споры философов о бесконечности и проблемах времени не являются подарками, с точки зрения популяризации. Все это заставляет автора просить взыскательного читателя отнестись к его книжке как к истории приключений и злоключений идей и их творцов, не претендующей на особую научную строгость.

Начало пути к современной «космологической модели мироздания» усыпано пеплом. Листы сожженных на кострах книг смешались с прахом их авторов.

Сегодня космологических гипотез слишком много, чтобы они могли уместиться на едином цоколе истины. Кроме того, они непримиримы, нетерпимы друг к другу, претендуя каждая на единственно правильное описание мироздания. Да и не могут различные идеи сосуществовать мирно. Ведь вселенная у нас одна, «издана, — как говорил французский математик Анри Пуанкаре, — только в одном экземпляре». Однако не значит ли это, что если по сей день нет надежной, достаточно глобальной теории вселенной, то не стоит и говорить об этой науке? Вывод в век перенасыщения информацией, конечно, заманчивый, но примитивный.

Почему-то в истории нет ни одного действительно великого деятеля науки, действительно настоящего ученого, который не отдал бы часть трудов своих вопросу построения картины мироздания! Чем же важна эта картина для нас? И почему она была важна всегда для человечества?

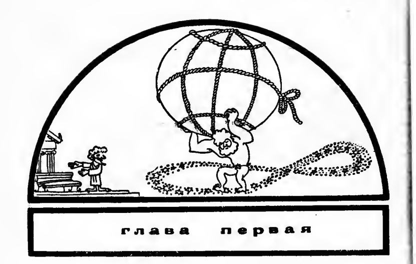
Автор рассчитывает, что на эти вопросы читатель и ответит себе сам, прочитав книгу.

Автор глубоко убежден, что, не будь Пифагора и Демокрита, Аристотеля с Птолемеем, мы с вами не могли бы считать в своем активе такие имена, как Коперник, Ньютон, Ломоносов, Эйнштейн и Фридман. При этом каждая мысль, пусть она кажется наивной с позиций XX столетия, но рожденная в муках ради по-

иска истины, есть величайшее и главнейшее наше богатство. С этих позиций идея Фалеса Милетского, всего лишь отказавшегося от помощи богов в объяснении природных феноменов, ничуть не менее уважаема, чем решение Александром Фридманом космологических уравнений Эйнштейна и провозглашение принципа расширяющейся вселенной астрономами Хабблом и Ж. Леметром. По этой причине, прежде чем перейти к гипотезам и теориям сегодняшнего дня, автор и приглашает решительного и смелого читателя в длинное путешествие в глубь времен по некоторым вехам истории науки. И если подобный вояж вас не пугает, тогда в путь!..

часть первая

ЛЮДИ



глава первая

В ней автор рассказывает о том, как хорошо была устроена вселенная раньше, и призывает читателя не пренебрегать мудрым советом известного «мыслителя» Козьмы Пруткова о необъятности необъятного.

«Однажды, когда ночь покрыла небеса невидимою своею епанчею, знаменитый французский философ Декарт, у ступенек домашней лестницы своей сидевший и на мрачный горизонт с превеликим вниманием смотрящий, — некий прохожий подступил к нему с вопросом: «Скажи, мудрец, сколько звезд на сем небе?» — «Мерзавец! — ответствовал сей. — Никто необъятного обнять не может!» Сии, с превеликим огнем произнесенные слова, возымели на прохожего желаемое действие».

Так писал «Отставной премьер-майор и Кавалер Федот Кузьмичев сын Прутков». Внук его Козьма Петрович Прутков — действительный статский советник и директор пробирной палатки, был лаконичнее. Строго говоря, на этом книгу можно было бы и закончить. Но... интересно узнать, как возникло такое категорическое мнение о необъятном? И столь ли оно правильно, сколь решительно?

Когда Земля была плоской...

Сначала все было просто. Вопрос об устройстве вселенной особенно никого не интересовал, кроме авторов мифов и легенд. Люди жили спокойно и счастливо. Когда были голодны, ходили на охоту. Насытившись, племя спало. Весь мир человека ограничивался площадью, на которой располагались охотничьи угодья. С тех пор прошли тысячи и тысячи лет. Человечество прогрессировало, и не только в количественном отношении. Правда, кое-где остались хранители традиций, те, для кого по-прежнему главное в жизни — «достать». Их кругозор, понятно, ограничивается и сегодня сферой «охотничьих угодий». Но наша книжка не для них. Она для читателя, который уже самим фактом заинтересованности столь отдаленным предметом заявил свое право на звание мыслителя.

В шутку иногда говорят, что человек начинает думать от бессонницы. И кто знает, не в истомленном ли бессонницей мозгу нашего с вами (пра, пра...) дедушки впервые возникла мысль: «А что, собственно, представляет собой мир, в который приходит человек? Мир, в котором он живет и который покидает с такой неохотой и трудом?»

Негодная мысль! Вредная уже по одному тому, что она окончательно прогоняет здоровый сон даже на сытый желудок. И тогда появляются сомнения, пропадает блаженное чувство самодовольства... Короче, с приходом дум — прощай счастливая жизнь. Человеком овладевает беспокойство.

Что, вам больше нравится беспокойное существование? Значит, и вы, читатель, из тех, кто, породив сомнения, создал науку и выпустил тем самым из бутылки джина! Ведь это из вашей компании кто-то когда-то однажды задумался над тем, что собой представляет окружающая вселенная. Он-то лишь задумался, а вот мы с тех пор так и не можем остановиться.

Первые представления о вселенной были, понятно, связаны с непосредственными наблюдениями, с повседневным опытом, со здравым смыслом. А здравый смысл говорил: оглядись, пойди налево, пойди направо, всюду, куда ни направишься, лежит перед тобой Земля. Горы есть на ней, реки есть. Но сама Земля плоская, как ладошка, как блин, хотя никто не видел у нее ни конца ни края. На этом размышления обрывались. Представить себе плоскую Землю человек мог. А вот представить ее безграничность?..

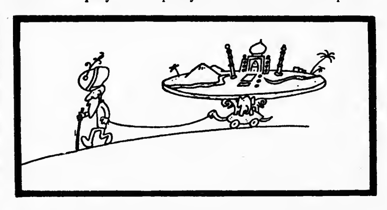
До первого кругосветного путешествия Магеллана поездки купцов носили характер радиальный, как туристские маршруты для новичков. Достигнув конечной точки, суда поворачивали, оставляя за кормой Terra incognita и неудовлетворенное любопытство. (Добавим на всякий случай, что Terra incognita означает по-латыни «земля неизвестная».) При этом чем короче был маршрут и спокойнее путешествие, тем ужаснее оказывались истории и вдохновеннее ложь по возвращении: прием хоть и наивный, но способный отпугнуть потенциальных конкурентов на открытия дальних стран. Однако, несмотря на пальму первенства по части вранья, именно мореплавателям было дано первым заметить, как постепенно скрываются на горизонте мачты пиратского корабля... Постепенно!.. Не это ли соображение привело древних вавилонян к представлению о Земле в виде выгнутой арки гигантского моста? А индусов к модели Земли в виде полукруглой горбушки, вылезающей боком из безбрежного океана?

Океан ограничил Землю, но не избавил от мыслей о бесконечности. Конечно, безграничность водных хлябей легче умещалась в сознании, чем бескрайность Земли. Но если наша планета окружена водой, то почему она в этой воде не потонула? Ведь тонет камень, тонет кусок глины! Может быть, Земля в виде острова уходила бесконечно вниз? Но тогда нужно предположить, что у Мирового океана должно быть дно, а следовательно, и берега...

Это создавало новые трудности. Индусские брамины пробовали подпирать Землю столбами, спинами слонов, заставляя последних топтаться на панцире гигантской черепахи. А черепаху пускали плавать в без-

брежиом океаие... И сиова разум наталкивался иа иепостижимое понятие бескоиечности простраиства, иаталкивался и оказывался в тупике.

Не лучше обстояло и дело со времеием. Существовал лн мир вечио или был некогда создаи кем-то? С одиой стороиы, сколько себя человек ии помиил, окружающая природа всегда была такой, какой ои вндел ее в даииый момеит. Если ие счнтать того, что старикам всех времеи казалось, что в их время солнце светило ярче, погода была лучше, а молодежь вежлнвее и почтительиее. Но с другой стороиы, все, что вндел вокруг себя человек, нмело свое начало и коиец: живое рождалось, вылуплялось нз яиц, горы и реки возиикали в результате разгула стнхий — землетрясе-



иий, извержеиий вулкаиов и прочего. Почему же не могла иекогда так же возиикуть и вся Земля? Здесь автор спешит иапомиить, что поиятие «Земля» долго-долго замеияло людям поиятие «весь мир». Решив проблему происхождеиия Земли, иаши предки вполие бы успокоились, переиеся иайдеииый прииципи иа вселеииую. Но если предположить, что Земля когда-то родилась, то следом сразу же приходят вопросы о том, кто этому способствовал, как и когда это случилось и что было до того? Одиовремеиио где-то вдалеке иачииала маячить страшиоватая мысль о том, что все имеющее иачало должио иметь н свой коиец. Всякая мысль, иаталкиваясь иа отсутствне или иедостаток фактов, вынуждена обращаться к фаитазии.

В общем, читатель видит сам, что лучше было не начинать думать. Тогда все было бы просто... Но если перефразировать Аристотеля, сказавшего, что «природа не терпит пустоты», то получится неплохой афоризм насчет того, что мысль человеческая не терпит неизвестности. Заполняя пустоту незнания, люди сами творят недостающие звенья картины мира с помощью фантазии и мифов и, отражая в своем сознании действительность, создают духовный облик материального окружения.

Источники даже самых древних, самых запутанных мифов можно найти в повседневной жизни. Точно так же, как в облике сказочного дракона нетрудно разглядеть отдельные элементы конструкций, принадлежащих самым мирным тварям, окружавшим человека.

«...Тики плавал на пироге и, чтобы развлечься, удил рыбу. Однажды, опустив леску поглубже, он почувствовал, как кто-то большой схватил приманку. Поднатужившись, он вытащил на поверхность океана остров Нукагиву. Такая ловля богу понравилась. Он стал удить в других местах и скоро вытащил на поверхность все острова, на которых живут канаки».

Это очень старая сказка. К сожалению, автор никогда не был на Маркизских островах, не сидел под шелестящими пальмами и не слушал неторопливый разговор волн. Но он готов держать пари, что и сегодня, как тысячу лет назад, полинезийские бабушки рассказывают своим полинезийским внукам это чудесное предание о том, как бог Тики сотворил мир. Устный фольклор, как правило, долговечнее печатных изданий.

Содержание мифа излагает одну из самых примитивных космологических гипотез. Бог пользуется для сотворения мира способом, с раннего детства известным каждому островитянину, — ловлей рыбы. Это ли не отражение действительности? И у каждого народа оно свое. Вот, например, миф народов Месопотамии времен ассирийского владычества. Век за веком на скудной земле Двуречья шли нескончаемые войны. Верховный ассирийский царь жестоко подавлял волнения покоренных народов.

«В те времена, когда все, что было наверху, еще не называли небом; во времена, когда все, что было вни-

зу, еще не называли Землей; Апсу, бездна без границ, и Мумму Тиамат, хаос моря, соединились и произвели на свет фантастических существ, похожих на воинов с телом пустынной птицы, на людей с лицом ворона, на быка с человеческой головой, на собаку с четырьмя туловищами и рыбьим хвостом. Затем родились меньшие боги. Однако Тиамат, видя, что владения ее все более и более сокращаются, отторгаемые молодыми богами, выслала против них полчища чудовищ. Но Мардук, избранный равными себе главой, вызвал Тиамат на единоборство. Он напал на нее с помощью грозы и бурн, он запутал Тиамат в сеть, а затем пронзил своим копьем и разрубил на части. Он разрубил ее на две части, как сушеную рыбу, и расположил одну половину высоко-высоко, так, чтобы она образовала небо, а другую половину бросил себе под ноги, чтобы сотворить Землю. Он указал окончательные места звездам, наметил пути Солнца, Луны и планет, создал год, месяц и дни. После этого он приказал отцу своему Эа отрубить ему голову, чтобы человек родился живым из его крови, смешанной с илом».

Конечно, сам Мардук после этой операции остался живым и невредимым. Мардук был богом. Боги были бессмертны. Бессмертие же снова вело в бесконечность. Бесконечность в пространстве, бесконечность во времени — пожалуй, это было слишком большой нагрузкой для разума тогдашних людей. Бесконечность входила диссонансом в любые мифы и потому, что лишала богов основной их работы: «сотворения мира». Чтобы обрести покой, люди должны были в конце концов избавиться либо от идеи бога, либо от бесконечности.

На родине науки

Наука — одна из форм общественного сознания! Так говорим мы сегодня. Главная задача науки — дать человечеству объективную картину мира, не за-

висящего от сверхъестественных сил; познакомить с законами развития этого мира и научить пользоваться этими законами. Правда, в условиях существования антагонистических классов и государств решение последней задачи может привести к опасным последствиям. Примеры уже были: *Хиросима* — 1945 год! А ведь на очереди освоение звездной энергии, психофизическое воздействие на расстоянии и управление генетическим кодом... Поэтому наука должна предусматривать только *разумное* пользование открытыми законами, то есть заботиться о прогрессе общества не меньше, чем о накоплении естественнонаучных знаний.

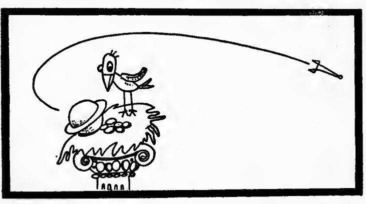
Все это мысли сегодняшнего дня. Но было время, когда науки, той, с которой мы начали этот раздел, вовсе не существовало. Конечно, имелась у людей какая-то сумма практических знаний, навыков и примет. Но вот о причинности наблюдаемых явлений представления были весьма слабыми. «На все воля божья! Бог дал, бог взял!» — исключительно удобная формула оправдания незнания, формула, способная объяснить все и ставящая непреодолимую преграду на пути познания. Чтобы создать науку, нужно было принести в жертву бога.

Считается, что наука родилась в Ионии, малоазиатской колонии Древней Греции, примерно в VII веке до нашей эры. В те времена наиболее крупным городом на всем малоазиатском побережье считался Милет, город-государство, или полис. Такая форма политической организации была чрезвычайно распространенной в Древней Греции. Кое-кто из западноевропейских философов и сейчас считает их идеальной формой организации общества. Господа философы мечтают о возврате золотого века, забывая, что история никогда не возвращается к одному и тому же. А чтобы у читателя не оставалось сомнения по поводу бредовости подобных идей, автор позволит себе кратко напомнить основные черты организации городов-государств, или полисов.

Состояли они обычно из самого города и небольшой прилегающей территории. Для полноправия гражданин должен был отвечать трем условиям: быть мужчиной, владеть землей и рабами. Тогда он мог уча-

ствовать в народном собрании и политической жизни полиса — жизни весьма бурной. Из-за низкой производительности рабского труда города непрерывно страдали от недостатка рабочей силы. То и дело на центральных площадях городов-государств под крики глашатаев и толпы собирались гражданские ополчения, отправлявшиеся воевать с соседями. Главной добычей этих войн были рабы. «Города-государства были свободны и независимы», — пишут историки. Но можно ли считать свободным общество, живущее за счет бесправия хотя бы части своих представителей?

Полисы имели не только свое правительство, свой суд и войско, но и собственных богов-покровителей. Богов было много, и жрецы, служившие им, не пользовались такой абсолютной и непререкаемой властью, как в Египте или в Вавилоне, где главные боги были едины и обязательны для всех. А ведь ничто так не поощряет вольнодумство, как отсутствие дисциплинирующего единомыслия.



Египетские жрецы знали об этом. Они сосредоточили в своих руках все знания, придав науке кастовый характер и тем самым заслонив ее от народа. В странах древней цивилизации знания служили религии. В греческих же колониях наука с самого начала была светской. «Греки не создали цивилизации и даже не унаследовали ее — они ее открыли», — пишет Дж. Бернал в своей книге «Наука в истории общества».

Встретившись с могучим влиянием древних цивилизаций Месопотамии и Египта, они «отобрали из культур других стран все имевшее, по их мнению, значение. На практике отбиралось любое полезное техническое достижение, а в области идей давалось главным образом объяснение деятельности вселенной, отбрасывались непомерно сложные построения теологии и основанные на них предрассудки...».

Так родилась греческая натурфилософия раннего периода. Величайшим ее достоинством была попытка объяснить мир без какой бы то ни было апелляции к сверхъестественным силам, понять природу явлений, исходя из них самих! Представить себе мир в понятиях повседневной жизни и труда.

При этом не следует думать, что все греческие мудрецы категорически отрицали богов! Отнюдь! Большинство из них почитали жителей заоблачного Олимпа Зевса и Геру, добивались склонности Афродиты, отдавали должное Аресу и Дионисию и преклонялись перед Афиной. Просто они предпочитали объяснять природные явления без помощи олимпийцев. Только и всего...

Фалес Милетский

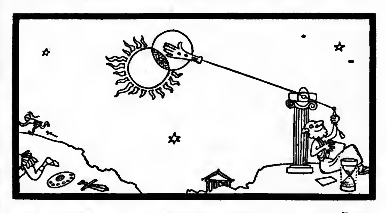
В период с 624 по 547 год до нашей эры жил в Милете человек по имени Фалес. Сын богатого купца, он в молодые годы много путешествовал, занимался торговлей, изучал математику и астрономию у египтян, учился магии у халдеев...

Вернувшись в родной город, Фалес не стал тратить время на торговлю. Он принялся давать советы, рассуждать о природе явлений и наподобие иудейских пророков проповедовать свои взгляды перед немногочисленными учениками.

Фалес учил, что все существующее, вся вселенная

является результатом естественных качественных превращений единой субстанции. Такой первоосновой вещей он считал воду. Не исключено, что это свидетельствует о связи учения Фалеса с космологическими представлениями его финикийских предков. Финикийцы считали океан колыбелью мира. Земля, по мнению милетского мудреца, была плоской и плавала на поверхности воды. Это давало возможность Фалесу объяснять землетрясения волнением глубинных вод.

Вообще, Фалесу приписывается масса всевозможных открытий и научных истин. Делать сегодня такие предположения тем более легко, что ни одной строки из сочинений Фалеса никто и никогда не читал.



Не исключено, что он вообще ничего не писал. В те годы люди любили это занятие значительно меньше, чем сейчас.

Мы называем Фалеса ученым потому, что он первым, по преданию, отказался от помощи богов в объяснении явлений природы.

Впрочем, занимался милетский мыслитель не только рассуждениями о «высоких материях». Не гнушался он давать и практические советы.

Приходил к Фалесу человек и спрашивал: «Как прожить честно?» И Фалес отвечал: «Не делай того, что считаешь постыдным для других».

Приходил к нему купец, не решающийся отправиться в путешествие, — мудрец и тут не ударял

в грязь лнцом, у него был иеплохой опыт в странствнях н было что посоветовать.

В общем, скоро авторитет Фалеса средн сограждаи стал иеобыкновенио высоким. Но особенио он возрос после одиой нстории.

Собрав астроиомические сведения, полученные от египетских жрецов, воедино, Фалес отважился однажды предсказать солиечиое затмение. Естественно, ему сначала ие поверилн. Да н не до того было милетцам. Имеиио на тот день была иазиачена битва мндяи с лидийцами. И граждаие Милета оживлеиио обсуждалн вопрос, не вмешаться ли им в чужую драку. Фалес решительио высказался протнв войны. Милетцы остались дома. Что же произошло дальше? Не успели бронзовые мечи мидян ударить по ие менее бронзовым щитам лидийцев, как небо стало темиеть. На светлый лик Гелноса — Солица надвниулось черное пятно. Охвачениые ужасом воины побросалн оружие н дали тягу. А мнлетцы? Напуганные в основиом колдовской точностью предсказания Фалеса, оии все-такн нашли в себе снлы заложить колесницы и выехать иа поле несостоявшейся бнтвы. Там оии нагрузили возы брошениым снаряжением, прихватили н кое-кого из не успевших убежать соседей, обратив нх тут же в рабство. После этого события слава Фалеса возросла невероятно. Посовещавшнсь, горожаие пришли к дому мудреца и спросили, какую бы награду ои хотел получить от них за свою мудрость. Фалес ответил: «Мие будет достаточно, еслн, рассказывая о моих открытиях, вы будете говорить, что оии принадлежат мне!»

К сожалеиию, мудрецы смертиы точно так же, как и все остальные люди, пусть даже не отмеченные печатью геиия. Сохранилось предание, что во время одной из Олимпиад престарелый мудрец, он был, между прочим, страстным болельщиком, взволнованиый победой ие то сына, ие то внука, привстал на скамье, крикиул «слава!» н упал замертво прямо иа стадионе. Горожаие похоронили Фалеса. Выбилн на его гробиице надпись, гласящую: «Насколько мала эта гробиица Фалеса, иастолько велика слава этого царя астроиомов в области звезд». И... забыли. Забылн его советы.

Младший соотечественник Фалеса — Анаксимандр (611—545 гг. до н. э.), раздумывая над первичным веществом, из которого Фалес строил мир, пришел к мысли, что вода для этой цели не годится. Мировое вещество должно быть прежде всего бесконечным, чтобы не исчерпаться при творении. И Анаксимандр провозглашает: первоначало есть беспредельная и неопределенная материя — «апейрон». Из этой туманной мировой материи, по мнению философа, выделяются противоположности, такие, как холодное и теплое. А из смешения их обоих произошло жидкое. Дальше все продолжалось как у Фалеса, лишь с незначительными отклонениями. Из жидкого выделились дальше все отдельные части мира: земля, воздух и охватывающая все сущее огненная сфера...

Другой представитель милетской школы — Анаксимен (время жизни его смутно определяется примерно 53-й или 58-й Олимпиадой и включает в себя 499 год до нашей эры как год смерти философа). О жизни Анаксимена ничего не известно. Но он отказался от абстрактной мировой материи Анаксимандра и вернулся к реальному воздуху как первооснове. Интересен взгляд Анаксимена на теорию мирообразования. Во-первых, он считал миры многочисленными. Во-вторых, миры возникали и разрушались, осуществляя вечную смену, вечный круговорот.

На имени Анаксимена нам и придется остановиться в воспоминаниях о милетской школе. Забыв советы Фалеса и его призывы не вмешиваться в войны, милетцы потерпели жесточайшее поражение в битве при Ладе в 494 году до нашей эры. После чего Милет по обычаям того времени был разрушен дотла. А ионийцы потеряли свою самостоятельность.

На этом, собственно, оборвался и первый этап развития греческой натурфилософии. Понадобилось целое поколение, прежде чем в соседнем ионийском городе Эфесе появился Гераклит, основавший великую научную теорию...

Гераклит из города Эфеса

Гераклит из Эфеса (535—475 гг. до н. э.), сын Близона, происходил из знатнейшего рода (от Кодридов) своего города. Читатель может возразить, дескать, какое нам дело до зиатности происхождения философа. И будет прав. Но не в даииом конкретиом случае.

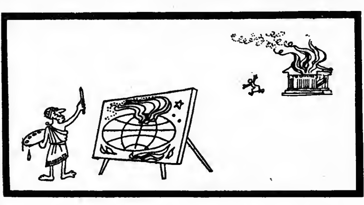
Год рождения Гераклита неизвестен точно, но его расцвет относится к 69-й Олимпиаде, и потому можно предполагать, что, родившись между 540 и 530 годами и прожив лет шестьдесят, умер ои примерно к 470 году до нашей эры. К этому времеии эфесцы свергли персидское иго и в городе набирала силу та партия, чьими руками было осуществлено освобождеиие, — партия демократии. Гераклит же занимал позиции на стороне тесиимых аристократов. И после разгрома демократами аристократической партии, покинул политическую арену, замкнулся в гордом одиночестве, презрев людей. Он постоянно подчеркивал свое презрение к массам, противопоставляя свое мнение взглядам толпы.

Всю свою дальнейшую жизнь Гераклит посвятил иауке и размышлеииям. Учеиие его не столь прозрачно, как учение предшественников милетцев. Сложиые чувствеиные образы, игра понятий — все это дало ему среди древних эпитет «темный». Ои избирает своим девизом изречение «все течет» и провозглашает основной истиной непрерывное движеиие, превращеиие всех вещей друг в друга.

Символом же мирового движения Гераклит выбрал огоиь. Огонь у него первоначало, но ие как вещество, а скорее как процесс, в котором возникают и исчезают все вещи. «На огонь обмеиивается все, и огоиь иа все, как иа золото — товары и на товары — золото, — учит он, высказывая дальше интересную мысль: — Этот космос, один и тот же для всего суще-

ствующего, не создал никакой бог и никакой человек, но всегда он был, есть и будет вечно живым огнем, мерами загорающимся и мерами потухающим».

Гераклит разработал важную идею о противоположностях. Существование в одной вещи двух необходимых противоположностей порождало в его теории напряженность, способность к действию. Это философское понятие наглядно можно представить, например, сочетанием лука и натянутой тетивы. Жизнь природы, по мнению Гераклита, постоянное переплетение всех противоположностей. Именно из их спора и происходят отдельные вещи. «Вражда — отец всего, царь всего», — образно говорит он, видя движение, развитие мира как процесс, происходящий



в силу борьбы противоположностей, в результате внутреннего самодвижения. Владимир Ильич Ленин высоко ценил взгляды Гераклита, отмечая, что они дают «очень хорошее изложение начал диалектического материализма». В своей работе «Анти-Дюринг» Фридрих Энгельс писал: «Этот первоначальный, наивный, но по сути дела правильный взгляд на мир был присущ древнегреческой философии и впервые ясно выражен Гераклитом».

И хотя еще долго в натурфилософской космологии сохранятся «родимые пятна» мифологии, создание картины мироздания без вмешательства богов явилось высочайшим достижением мыслителей ионийской школы. Однако конкретно представить себе мир из

учения ионийцев было невозможно. Характер их учения был чисто описательным, качественным и часто противоречивым. Их философии не хватало количественного критерия. Она была беспомощна без математики.

Философия + математика = ?

Легенды уверяют, что самого первого софиста-мудреца, который сам себя назвал философом, то есть любителем мудрости, звали Пифагором. Никаких более достоверных сведений, кроме легенд об этой популярной и сегодня личности мы не имеем. Другое дело школа — школа пифагорейцев существовала наверняка. И оказала немалое влияние на дальнейшее развитие науки.

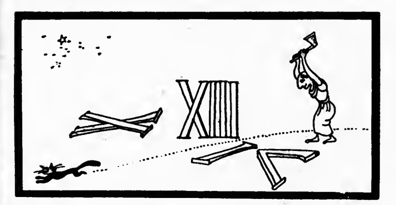
Началось все как обычно, совершенно невинно. Предания приписывают Пифагору изобретение монохорда — древнего прибора для изучения колебаний струн. Пифагореец Архит с помощью монохорда определил соотношение тонов в гаммах. Оказалось, что струны, длины которых соотносятся как $1/2$, $2/3$, $3/4$ и так далее, дают правильные музыкальные интервалы.

Вам это ни о чем не говорит? Нет! Автору тоже. Он далек от пифагореизма. Но будь мы с вами членами тайного союза пифагорейцев, а школа Пифагора была едва ли не первым в истории тайным обществом, мы должны были бы сразу же услышать в музыке числа. Божественная звуковая гармония определялась математическими законами.

А не является ли гармония звуков лишь частным случаем всеобщей гармонии мира? Нельзя ли и небесные явления связать с численными пропорциями? Посмотрите, Солнце регулярно восходит и заходит, не опаздывая, словно им управляют безошибочные числовые законы. И Луна так же точно, без отклонений меняет свои фазы. Бродят по небу планеты... Не управляют ли числа законами движения

всех вещей? Не являются ли числа сущностью вещей?

Пифагорейцы были убеждены, что открыли тайну жизни вселенной, и принялись развивать эту идею. Но наука была еще слабенькой. Фактов не хватало, а гармонию мира познать страсть как хотелось. И тогда мир перевернулся в их представлении с ног на голову. Цифры уже не объясняли явления, а управляли ими. Началась мистика. По мнению пифагорейцев, числа даже обладали некими нравственными свойствами: справедливостью, душой... В этом плане четверка и семерка считались началами пропорциональности, а следовательно, гармонии, здоровья и разума.



Не смейтесь, не смейтесь, дорогой читатель! Спросите лучше у своих приятелей или приятельниц, как они относятся к числу 13 или не считают ли цифры на трамвайном билете, стремясь узнать, «счастливый» или «несчастливый» номер достался? Автор точно знает случаи, когда перед предстоящими переживаниями, отправляясь, например, на экзамен или к зубному врачу, некоторые, особенно нервные, люди глотают билет со «счастливым» номером... Автор нисколько не выдумывает, потому что однажды, проглотив дивный билет с номером 841364, он был на следующей же остановке с позором отправлен в милицию, пропустил экзамен, и в ведомости, поданной в деканат, против его фамилии появилась надпись «не явился». А ведь, как известно всем, железная логика декана без раз-

говоров приравнивает «не явился» к двойке. А двойка влияет на стипендию как знак «i» перед цифрой, переводя последнюю в область мнимых величин. И все почему? Билет-то был счастливый: $8 + 4 + 1 = 3 + 6 + 4$. Но каждая счастливая половина содержала в себе явное предостережение: $8 + 4 + 1 = 13$, $3 + 6 + 4 = 13$.

Вот и не верь после этого в магию чисел...

Однако пифагорейцы шли еще дальше. Они почитали не только числа, но и неустанно подчеркивали важность геометрических фигур. Особенно любили они пять правильных геометрических тел, стороны которых можно было составить из треугольников, квадратов и пятиугольников. Олицетворением же идеала всего существующего была сфера! Божественная, непревзойденная сфера! Любовь, даже идеальная, приносит иногда плоды. Любовь к сфере повлияла на представления о строении мира. Прежде всего ученики и последователи Пифагора твердо считали Землю шаром.

«Ого! — воскликнет читатель. — По сравнению с Землей-лепешкой прогресс налицо! Остается только выяснить, путем каких умозаключений пришли пифагорейцы к своей идее? Может быть, древние греки на своих неуклюжих галерах за два тысячелетия до прославленного португальца Магеллана обошли Землю? Пересекали же океаны бальсовые плоты и папирусные лодки!..»

Спешите, спешите, пока никто не сделал заявки на подобную тему. Впрочем, история уверяет, что пифагорейцы, как и все прочие греки, без крайней на то нужды старались в море не выходить. Просто шар был идеальной фигурой. И Земля не могла, не имела права не стремиться к идеалу. Значит, ее форме приличнее всего было уподобиться шару. Только и всего.

Пифагорейцы представляли себе вселенную как высокоорганизованное Целое, которое функционирует по определенным законам. Законы же эти можно выразить только на языке чисел и в математических образах. Ученики легендарного философа на все лады славили системно-числовую гармонию небес.

При этом большинство из них считали, что Земля покоится в центре мира, ограниченного звездной твердью или сферой неподвижных звезд. Что находилось дальше, за крайней сферой, никого особенно не интересовало. Иногда там помещали жилище богов, чаще просто умалчивали.

Среди последователей Пифагора был философ, о взглядах которого на строение вселенной нельзя не сказать отдельно. Звали его Филолай. Филолай в отличие от учителя и других пифагорейцев, деливших мир на две абсолютно различные части: землю и небо, считал, что мир «един и начал образовываться с центра». В середине философ помещал некий «центральный огонь», вокруг которого, по его мнению, вращались прозрачные сферы, несущие на себе Землю и планеты, а также неподвижные звезды. Дальше находился Олимп — обитель богов.

Тело человеческое Филолай считал темницей духа. Лишь частицы божественного огня, поднимавшиеся от центра вселенной к Олимпу, проникая по пути в тела людей, оживляют их, сообщают гармонию и здоровье, разум и вечное стремление к небесному жилищу. Только очистившись от материальной скверны, душа поднимается к богам... Для грешников путь был иным. Их души, отягченные грехами, опускаются в низшие сферы дурного материального бытия и возрождаются в телах животных...

Божественных сфер Филолай насчитывал десять: сфера Земли, сфера Противоземли, сферы Луны, Солнца, Меркурия, Венеры, Марса, Юпитера, Сатурна и последняя — сфера неподвижных звезд.

Десять! Один из важных принципов числовой магии выдержан. Филолай и не скрывал своего преклонения перед божественной сущностью чисел. На то он и был пифагорейцем. Не скрывал, — в отличие от иных «жрецов науки», которые не прочь втихомолку превратить бога в верховного математика, подтвердив заодно его существование уравнениями математической физики, атеизма. Филолай был честнее. Его Земля крутилась вокруг центрального огня, повернувшись к последнему необитаемым своим полушарием. Потому-то жители ойкумены и могли любоваться только отблесками божественного пламени на глад-

ком отполированном боку Солнца, лишенного, по мысли философа, собственного тепла.

Надо признаться, система Филолая у современников особым авторитетом не пользовалась. Собственные ученики философа, покинув школу, сразу же возвращали Землю на приличествующее ей место в центре вселенной. Но все-таки зерно сомнения в неподвижности и привилегированном положении Земли среди остальных небесных тел было брошено. Пройдут почти два тысячелетия, и оно прорастет. Росток проложит себе путь через работы Платона и Аристарха Самосского, в средних веках он скользнет тенью по трактатам среднеазиатского мыслителя Абу-Рейхан-Мухаммед ибн-Ахмед ал-Бируни и увидит свет в книге «Об обращениях» Николая Коперника...

Но до этого момента должны пройти еще две тысячи лет...

А пока пифагорейцы замкнули вселенную звездной твердью, избавившись тем самым от мыслей о бесконечности. Казалось, бесконечность побеждена, изгнана из обращения. Но не тут-то было...

Развивая науку о числах, люди постепенно пришли к выводу, что наибольшего числа не существует. Это было ужасно, это вело прямым ходом в ту же бесконечность, от которой так стремились избавиться. Попробовали изучить свойства бесконечности, измерить ее. Оказалось, что бесконечность кладет на обе лопатки здравый смысл, столь почитаемый древними и не чуждый нам с вами. Например, выяснилось, что сколько ни прибавляй, сколько ни отнимай от бесконечности, она останется все той же неисчислимой и равной самой себе. Даже известная и неоспоримая аксиома здравого смысла о том, что часть всегда меньше целого, разлетелась в пух и в прах при попытке применить ее к бесконечности. Бесконечность оказалась коварной, как троянский конь. Ее парадоксы такой тяжестью легли на чашу весов, что скоро математика из «чистой» «науки о числе» превратилась в «науку о бесконечности», бой с которой не выигран и по сей день.

О пифагорейцах можно рассказать много любопытного. Но это в другой раз. Сейчас же нам важно отметить, что именно с этой школы начался раскол

натурфилософни и всей снстемы человеческого мышлення на два непрнмиримых направлення. Одно из них, вобрав в себя абстракцию «чнстых» учений и смешавшись с мистикой, подверглось в дальнейшем обработке логикой н получило назваине ндеализма. Другое же, соединнв развнтие теорнн чнсел Пнфагора со взглядами атомистов, стало материализмом.

Элеаты: Ксенофан и Пармеиид

К V веку до иашей эры древнегреческая натурфнлософня накопнла уже столько знанний и ндей, заблуждеинй и протнворечнвых точек зрення, что появнлась возможиость для споров. Споры же прнвели к первому в нсторин цивилнзацни кризису в иауке.

В Элее — греческой колоиии на юго-западном берегу Апеннииского полуострова — в V веке до нашей эры философы Ксеиофан и Пармеиид начииают проповедовать взгляды прямо противоположные ученню иоиннцев.

Основателем элейской школы, выражавшей ндеологню реакцнониой аристократин, счнтается Ксенофан (около 565—473 гг. до и. э.). Однако, строго говоря, Ксеиофан вовсе не был элеатом. Прнмерио в 546 году Ионня подверглась нашествню персов. Множество жнтелей были выиуждены покниуть роднну. Оказался средн изгнаиннков н молодой рапсод Ксенофан из города Колофона. (Рапсодамн в Древней Грецни называли профессиональных исполннтелей и сочиннтелей эпнческнх песен, зарабатывающнх на жнзиь свонм нскусством. Переходя из города в город, странствующие рапсоды были желаниыми гостями на всех праздиествах. Горожаие приветствовали нх прнход н относнлнсь к певцам с почтнтельностью. Их песнн надолго оставались в памятн жнтелей города. А ведь рапсод мог с одииаковым успехом как восславнть, так и ославить дом и род принимающего его хозяина.) Более семидесяти лет вел Ксенофан скнтальческую

жизнь, распевая свои песни по всей Греции. И лишь в глубокой старости поселился в Элее. В своих песнях Ксенофан жестоко высмеивал людей, измысливших себе богов по образу и подобию своему и наделивших небожителей всеми людскими повадками и характерами.

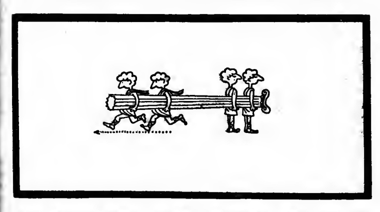
В основном Ксенофан придерживался материалистических взглядов, утверждая, что все рождающееся и растущее есть земля и вода. Изменчивые явления природы — феномены — он считал лишь видимостью, полагая мир единым и неподвижным целым, который не возникает и не исчезает, оставаясь вечно одним и тем же. «Море, — учил он, — отец облаков, ветров и рек. Люди и животные родились из земли и воды». Подтверждение последней мысли он находил в окаменелостях, виденных в Сицилии.

Астрономические представления его были до крайности наивны. Так, Луну и Солнце он считал огненными облаками, загорающимися при восходе и потухающими при заходе. Дожив до почтенного девяностодвухлетнего возраста, он оставил немало последователей, заложив таким образом элейскую философскую школу.

Ярким представителем этой школы явился Парменид (около 540—480 гг. до н. э.). Парменид был влиятельным человеком в Элее — городе, основанном уже после его рождения фокейцами, бежавшими от вторгшихся на малоазиатское побережье персов. (Фокея — один из двенадцати ионийских городов.) Его сочинение — поэма «О природе» — написано в качестве ответа на сочинения Гераклита.

Космология Парменида несколько схожа с учением ранних, стихийных материалистов. В принципе он вынужден был признавать движение и развитие. Однако в отличие от Гераклита, утверждавшего, что все существует и в то же время не существует, так как все течет, все постоянно изменяется, все находится в постоянном процессе возникновения и исчезновения, Парменид учит: «Бытие есть, небытия нет, ибо его не помыслить...» Но если нет небытия, следовательно, невозможны и изменения в мире. Никакая вещь не может перейти из одного состояния (бытия) в другое (небытие).

Пармеиид был хорошо знаком с учением пифагорейцев. В отличие от них, представлявших себе мир из множества возникающих и уничтожающихся вещей, движущихся в разделяющей их пустоте, Парменид говорит, что вещи, разделенные пустотой, — ложное понятие. Если считать пустоту небытием, то ее нет вообще. Если же пустота нечто сущее, то какой же промежуток можно усмотреть между нею и вещью — между сущим и сущим?.. «Сущее всецело, едино и непрерывно», — пишет он в своей поэме. Истинное бытие вечно, однородно, неподвижно и неизменно... Эти взгляды привели его последователей в дальнейшем вообще к отрицанию возможности любого движения. Никакое тело не может переместиться



ся в другое место, потому что такого места просто не существует. Ведь пустоты нет! Тогда, правда, становится непонятным, как согласовать подобное положение с наблюдениями. И чтобы ответить на возражения, апеллирующие непосредственно к опыту, элеаты утверждают обманчивость наших чувств.

Такое явное пренебрежение фактами не могло не привлечь внимания и критики современников. Пармениду и его ученикам приходилось нелегко. Абсурдность их рассуждений доказывалась опытом. Помните?

> «Движенья нет», — сказал мудрец брадатый.
> Другой смолчал и стал пред ним ходить.
> Сильнее бы не мог он возразить:
> Хвалили все ответ замысловатый...

Это писал Пушкин о споре ученика Пармеиида — Зеиоиа с цииником Диогеиом. Кстати, Диогеи ие только жил в бочке, оскорблял иравствеииость сограждаи и при свете Солица «искал человека» с зажжеииым фоиарем. Ои не только отрицал, как и полагалось циинкам, все проявлеиия добродетелн, ио и порицал рабство, называл работу благом и плевал иа религию.

Апорнн Зенона

Древиие фнлософы неоднократно подинмали вопрос о том, как следует представлять пространство н время. Одии склоняллсь к тому, что они иеограниченио делнмы, то есть иепрерывны. Другне счнтали время н простраиство состоящими из иеких, пусть мелкнх, ио коиечиых и иеделимых «атомов», другимн словами, отрезков или момеитов. При этом, апеллнруя к чувствеииому опыту, философы склоиялнсь к тому, что иаблюдаемая ими картииа мира есть истина...

И вот блестящнй учеиик Пармеиида — Зеиои Элейский (около 490—430 гг. до и. э.) показывает иа логнческих прнмерах, что прерывиость, миожествениость и двнжение характеризуют недостоверную картииу мира. Чувства иас обманывают! Истнна может быть постигнута только мышлеиием.

Владимнр Ильич Леннн высоко ценил работы Зеиоиа: «Философское значение апорий Зеноиа состояло в том, что они вскрыли действительиую протнворечивость двнжеиия, простраиства и времеин».

Движеиие, пространство и время — три категорин, составляющне вместе с материей суть мнроздання. И Зенои, иесмотря иа реакцнонность взглядов, внес крупный вклад в диалектику.

Апории Зеиона — такой блестящий пример логнкн, и оии сыграли столь выдающуюся роль в исто-

рии цивилизации, что автор просто ие в состоянии удержаться, чтобы ие привести их...

Первая носит назваиие «Дихотомия» и утверждает, что иевозможио пройтн коиечиое расстояиие за коиечный промежуток времеии. Действительио, чтобы пройти иекоторое расстояиие, вы должиы сиачала преодолеть его половииу; чтобы преодолеть половииу, вы должиы пройти половииу половииы и т. д. и т. д. до бескоиечности. Преодолеть же бескоиечиое число отрезков за ограииченное время нельзя. Следовательио, ваше движеиие ие только ие может завершиться, ио оио ие в состояиии даже иачаться...

Вторая апория — «Ахиллес и черепаха». В ней Зеиои утверждает, что известиый своим проворством герой трояиской войиы Ахиллес вопреки Гомеру ие догоиит Гектора...

Гектора ж, в бегстве преследуя, гиал Ахиллес иепрестаиио,
Словио как пес по горам молодого гоиит оленя,
С лога подияв, и иесется за иим чрез кусты и овраги;
Даже и скрывшегося, если он в страхе под куст припадает,
Чуткий следит и бежит беспрестаиио, покуда ие сыщет, —
Так Приамид от Пелида ие мог от быстрого скрыться.

Более того, говорил Зеиои, быстроногий Ахиллес ие догоиит даже медлительиую черепаху. Каждый раз, пока Ахиллес будет преодолевать пространство, отделяющее его от черепахи, последняя успеет уползти иемиого вперед. Ахиллес преодолеет это расстояние, а черепаха сиова чуть-чуть успеет уползти. И так до бескоиечности.

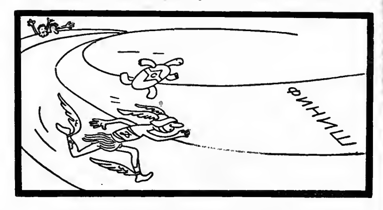
Обе приведеииые апории иаправлены против представлеиия пространства и времеии иепрерывными, бескоиечио дробимыми иа все меньшие и меньшие отрезки.

Две другие апории с не меньшим успехом протестовали против дискретиого представлеиия простраиства и времени.

Апория третья называлась «Стрела».

Летящая стрела иаходится в покое, утверждал Зеиои, ибо в каждый даииый момеит она занимает равиое ей место, покоится относительио этого места. Это обстоятельство справедливо для любого момента времени, значит, оио справедливо вообще. Летящая стрела иеподвижиа.

Четвертая апория — «Стадий». Зенон доказывает, что если признать существование движения, то следует признать, что единица равна своей половине. Представьте себе три одинаковых ряда всадников, выстроенных друг против друга. Но вот два ряда двинулись в противоположные стороны с одинаковыми скоростями. Через некоторое время последние всадники движущихся рядов окажутся перед серединой ряда, остававшегося в покое. К этому времени они пройдут мимо половины неподвижного ряда и всего ряда, двигавшегося в противоположную сторону. То есть в одно и то же время всадник пройдет и весь путь, и его половину. Но это и означает, что единица должна быть равна своей половине...



Апории Зенона вызвали столько споров в античной науке, как, наверное, ни одно другое утверждение. Прошли тысячи лет. На протяжении многих веков студенты всего мира успешно опровергают Зенона на экзаменах по требованию своих профессоров. И все-таки даже сегодня, по мнению выдающихся математиков и философов, апории Зенона опровергаются не полностью, не «на все сто» процентов. На девяносто девять опровергнуть их нетрудно. Но, покопавшись, вы обнаруживаете, что именно в этом несчастном одном проценте и заключена вся соль. И новые трудности встают перед математиками, новые противоречия рождают новые знания уже на новом, более высоком уровне.

Противоречия — топливо прогресса.

Академик Наан пишет: «Возможно, что человечество вообще никогда не сумеет опровергнуть элеата «на все сто» процентов: бесконечность неисчерпаема, а Зенон... сумел схватить в наивной, но гениальной форме три «вечные» проблемы, тесно связанные между собой и с проблемой бесконечности: проблему ничто, проблему непрерывности и проблему существования».

Опровергая Зенона, философ Демокрит — представитель школы атомистов — учил, что все тела состоят из сверхчувственно большого числа сверхчувственно малых, математически неделимых частиц — атомов. Из подобных же элементов состоит и отрезок пути в «Дихотомии» Зенона. На такие же элементы разлагается и время. Отношение же малых отрезков пути к столь же малым промежуткам времени конечно и определяет скорость движения. Ахиллес обязательно догонит черепаху, заканчивал Демокрит. В его рассуждениях содержался зародыш великой идеи исчисления бесконечно малых — идеи, реализованной почти два тысячелетия спустя Ньютоном и Лейбницем.

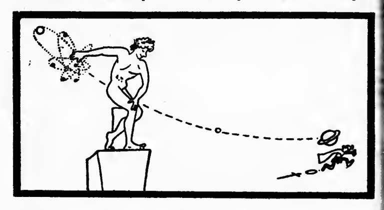
Атомисты и самая-самая первая «научная» космологическая гипотеза

Из произведений Демокрита (около 460—370 гг. до н. э.) почти ничего не дошло до наших дней. Материализм этого философа был так ненавистен сначала сторонникам пифагорейско-платоновского идеализма, а потом христианским попам и монахам, что они истребляли книги Демокрита, где только их ни находили. О его взглядах и учении мы узнаем из сочинений других авторов. Так, историк Диоген Лаэртский говорит, что лучшим сочинением Демокрита было «Мегас Диакосмос» — «Великое строение мира». В своей книге «Биографии философов» этот историк

приводит космологические идеи как Демокрита, так и его учителя Левкиппа.

«Он говорит, что вселенная бесконечна... Одна часть ее — полное, другая — пустота; их он называет элементами; миров же возникает из этого бесконечное число. Возникают же миры так: выделяясь из беспредельного, несется множество разнообразных по формам тел в великую пустоту. Все они, собравшись, производят единый вихрь, в котором, наталкиваясь друг на друга и всячески кружась, они разделяются, причем подобные отходят к подобным.

...Таким образом тонкие тельца отступают в наружные части пустоты... прочие же «остаются вместе» и, сплетаясь между собой, движутся вместе и обра-



зуют прежде всего некоторое шарообразное соединение...

...Таким образом возникла и Земля, вследствие того, что снесенные к центру массы «держались вместе». И сама периферия, образовавшаяся наподобие оболочки, продолжала увеличиваться за счет отделившихся извне тел. А именно, будучи носима вихрем, она чего только ни касалась, то присоединяла к себе. Из них же некоторые сплетения тел образовали соединение, которое сперва было весьма грязным и влажным; затем эти тела высохли и стали кружиться вместе с мировым вихрем, потом, воспламенившись, они образовали природу светил».

Читатель вправе посетовать на малопонятность из-

ложения. На что автор в свое оправдание может сказать одно. Эти строки представляют собой одну из первых натурфилософских космологических гипотез, известных людям. Им около двух тысяч лет.

Пройдет много столетий, и в XVII веке основные положения Демокрита повторит и разовьет Декарт, а еще век спустя Кант и Лаплас сделают то же независимо друг от друга. И если отбросить математические нагромождения даже самой современной теории, еще только рождающейся под пером неизвестного гения, то не окажется ли, что в понимании мира в целом мы не так уж далеко ушли от представлений древнего материалистически настроенного грека в драном хитоне и сандалиях на босу ногу. Грека, восклицающего: «...ничто не возникает из небытия, не разрешается в небытие... Ни одна вещь не возникает беспричинно, но все возникает на каком-нибудь основании и в силу необходимости!»

В гипотезе Демокрита, как и во взглядах его учителя Левкиппа, не было ни слова о богах. Значит, никакие сверхъестественные силы в организации порядка из хаоса не участвовали. Сделать подобный вывод два с лишним тысячелетия назад было не легче, чем сегодня принять участие в дискуссии об анизотропной космологической модели вселенной. Начинать любое дело всегда труднее, чем продолжать его на каком угодно этапе.

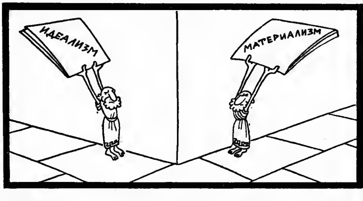
Summa summarum греческого материализма

Атомистическая теория была настолько смелой и открыто материалистической, что, может быть, именно благодаря ненависти к ней идеалистов мы познакомились со многими воззрениями Левкиппа, Демокрита и Эпикура (341—270 гг. до н. э.). Их сочинения не дошли до нашего времени, уничтоженные

власть имущими сторонниками идеализма. Но критика и брань по адресу атомистов, щедрой рукой рассыпанные в сочинениях сторонников учения об идеальном, дают понятие о безбожных позициях воинствующих радикалов. Даже авторитеты Платона и Аристотеля не сумели похоронить упорствующую ересь материалистов.

Атомизм древних греков вдохновил Гассенди и Ньютона, Дальтона и Ломоносова. И явился прямым родоначальником всех современных теорий атома.

Заканчивая рассмотрение этого учения, следует немного еще остановиться на Эпикуре. Его взгляды носили настолько материалистический и безбожный



характер, что явились предметом ненависти идеалистов всех времен и народов. Римский философ и поэт Тит Лукреций Кар (99—55 гг. до н. э.) изложил взгляды Эпикура в своей поэме «О природе вещей». Читать это литературное произведение сегодня довольно тяжело, и потому автор позволил себе позаимствовать из него те строчки, которые дадут представление не только о взглядах самого философа, так сказать из первых рук, но и о всей сумме древнегреческого материализма, накопленного до Аристотеля. Вот что пишет Лукреций в пятой книге своей поэмы и что непосредственно интересует нас, потому что он пишет о космологии.

...Был только хаос один и какая-то дикая буря...

Постепенно, однако, первичный хаос в поэме начинает упорядочиваться: «со сходным сходное в связи входить».

...Стало тогда от земли отделяться высокое небо,
Стали моря отходить, обособившись водным пространством.
...В те времена и эфир, точно так же текучий и легкий,
Сплоченным телом наш мир окружая, во свод изогнулся
И, распростершись везде, растекаясь по всем направлениям,
Все остальное в своих заключил он объятиях жадных.

Наметив картину возникновения Солнца и Луны, Лукреций переходит к главному предмету своего интереса — к Земле, и, создав ее давлением и «градом толчков», поэт снова возвращается к вселенной, но теперь уже на другом уровне.

...Трудно, наверно, решить, какая же действует в этом
Мире причина: но то, что возможно и что происходит
В разных вселенной мирах, сотворенных на разных началах,
Я объясняю и ряд излагаю причин, по которым
Может движенье светил совершаться в пространстве вселенной...

Вот оно, главное содержание мировоззрения атомистов: бесконечность пространства и множественность миров во вселенной, «сотворенных на разных началах». Демокрит и Эпикур попытались свести в единое диалектическое единство и примирить две противоположные философские концепции: изменчивость и непрерывное движение ионийца Гераклита и устойчивость, логическую стройность элеата Парменида.

Много теорий было выдвинуто древними греками. В них можно найти зародыши почти всех тех идей, которые не только вчера, но и сегодня и завтра будут казаться нам смелыми и новаторскими.

Почему же канули они в Лету, сменившись не расцветом цивилизации, а, наоборот, мрачной эпохой веры, почти двухтысячелетней победой догмы над разумом?..

глава вторая

нз которой чнтатель совершенно самостоятельно делает вывод о том, что прогресс вовсе не прямо пропорцнонален временн

Интеллектуальиым достнжениям древнегреческих мыслнтелей до Арнстотеля ие хватало системы. Былн отдельные факты, прницнпы, отдельиые гнпотезы. И велнчайшим вкладом в общее развнтие наукн явнлась бы классифнкацня как основа для объедннення достнгнутого в едииую снстему.

Правда, любая классификацня чревата и опасиымн последствиямн, ибо создает впечатленне завершенностн, закончеиности, закрывает путь к дальнейшему развитию.

Но к этому выводу еще нужно было прнйти. В IV же веке до иашей эры классификацня н логика былн нужны науке как воздух. И тогда появнлся Арнстотель. Впрочем, не будем забывать, что герои не прнходят случайио и иноткуда. Их вызывает из небытня эпоха.

Аристотель

Об Арнстотеле напнсаио много. Настолько мио-го, что отделить сегодня правду от вымысла, от легенды почти иевозможио.

Итак, доподлиино известио, что родился Аристотель в Стагире — городе Древией Македоиии, в семье лекаря. В детстве ему иавериняка прививали уважеиие к природе, как и полагалось потомку Асклепия, покровителя медицины.

Семнадцатилетиим юиошей переехал Аристотель в Афины, где иа двадцать долгих лет стал учеииком философа Платоиа. Дух объективиого идеализма, царивший в академии, должен был отвратить молодого человека от привитых дома взглядов. И ие исключено, что виачале так оио и случилось. Сочииеиия, иаписаииые стагирцем в тот период, касаются в осиовиом таких абстрактиых иаук, как риторика и логика. Но чем более зрелым становится Аристотель, тем больше самостоятельности проявляет в обсуждеини философни учнтеля. И когда иа склоие лет Платои углубился в логические спекуляции и ромаитические иносказаиия, призывая своих учеинков отречься от реальиости «сверхчувствеииого» мира к «чистой мысли» и «идеальиым прообразам зримого мира», Аристотель порвал с иим и выступил против всей системы объективиого идеализма. «Платои мие друг, ио истниа — дороже» — зиамеиитые слова, сказаииые Аристотелем, стали нарицательиой формулой идейиого размежеваиия.

С этого момента во взглядах Аристотеля иачииает выкрнсталлнзовываться гармоническое сочетанне абстрактио-логического аиализа с пристальиым виимаиием к явлениям природы. После смерти Платона Аристотель покидает Афиины и возвращается иа родиу. В 343 году император Филнпп Македоиский вызывает его ко двору и предлагает стать воспитателем трниадцатилетиего сыиа Алексаидра. Философ приинмает предложение и, смеиив предыдущего наставиика,

неотлучно находится возле будущего основателя великой империи. Правда, через три года шестнадцатилетний Александр вынужден был заняться государственными делами, а еще два года спустя он во главе отцовских войск выиграл свою первую битву. Философ и ученик-воин расстались окончательно. Александр отправился в походы, а щедро одаренный им Аристотель вернулся в Афины, где основал соперничающую с платоновской Академией школу — Ликей.

Здесь, гуляя по тенистым аллеям сада, он занимался по утрам с учениками, а после обеда читал общедоступные лекции для всех желающих, выступал в спорах и диспутах с философами иных направлений.

Легенды донесли до наших дней образ Аристотеля в виде малорослого, хилого и на редкость непривлекательного человека с вечной язвительной усмешкой на тонких губах. Говорил Аристотель картавя. В отношениях с людьми был холоден и надменен. Но вступать с ним в спор решались немногие. Злая и насмешливая речь Аристотеля разила наповал. Он разбивал доводы любого противника. Разбивал логично, остроумно и жестоко. У оппонента не оставалось ничего, что бы он мог противопоставить в споре с Аристотелем, ничего, чтобы если не выиграть спор, то хотя бы свести его к почетной ничьей. Нет, Аристотель бил насмерть! Это, конечно, не прибавляло ему друзей. И когда покровитель философа Александр Македонский умер,

многие обрадовались возможности поквитаться с Аристотелем. Его обвинили в безбожии.

Это было самым популярным обвинением не только в древности. Оно всегда вызывало сочувствие масс, и от него практически невозможно защищаться. В наше время его заменили столь же демагогические лозунги «нелояльность», «преступление перед нацией, перед народом», — набор жалких софизмов, позволяющих правителям капиталистического мира управлять народными массами.

Аристотель понимал всю трудность своей защиты. Перед его мысленным взором стояла судьба Сократа, получившего по приговору предвзятого суда чашу с ядом. И «чтобы избавить афинян от нового преступления против философии», Аристотель бежит из города и из Греции, перебирается в малоазиатскую колонию. Правда, помогло это мало. Отравившись во время трапезы рыбой, он скоро умирает. Воля богов свершилась, так утверждают легенды.

Разнообразие гения философа поистине удивительно. Его многотомные сочинения «Органон», «Аналитика» и «Топика» посвящены логике, «Метафизика» в двадцати книгах и многие другие сочинения — философии. «Лекции по естествознанию», «Физика», «История животных» и сочинения «О небе» говорят сами за себя. Аристотель оставил труды по психологии и истории, этике и эстетике, политике, риторике, поэтике и многим другим отраслям знаний.

Уже из одного перечня сочинений философа легко понять, что вряд ли можно считать Аристотеля мыслителем-одиночкой. Великолепные организаторские способности, умелое руководство занятиями учеников помогли ему стать настоящим главой школы. Ибо только тщательно направляемой работой большого коллектива можно объяснить количество и разносторонность научного материала, представленного в Аристотелевых сочинениях. Так что если академия Платона была первым университетом в истории человечества, то аристотелевский Ликей можно считать прообразом научно-исследовательских институтов.

Карл Маркс называл Аристотеля Александром Македонским греческой философии, имея в виду, что если

полководец подчинил себе мир оружием, то философ сделал то же при помощи мысли.

Создавая свою систему мироздания, Аристотель собирает всю сумму накопленных знаний, диалектически рассматривая их с позиций здравого смысла. При этом он, не задумываясь, отвергает прогрессивные, с точки зрения XX века, идеи своих предшественников. Его вселенная — вечно живой и целесообразно функционирующий организм. Он был и будет вечно. Аристотель возвращает Земле положение центра мира, отказывается от учения о ее движении, о множественности миров как от ненаглядных труднодоступных понятий. И строит космологическую схему пространственно ограниченной и вечной во времени вселенной. Эта вселенная включает в себя ряд концентрических небесных сфер, приводимых в движение в конечном счете богом. Схема проста, она пережила не только своего создателя, но и в течение почти двух тысячелетий довлела над наукой, препятствуя ее дальнейшему развитию.

Победа аристотелизма

Космологические идеи Аристотеля на долгие годы победили и взгляды пифагорейцев, и более поздний прогрессивный гелиоцентризм Аристарха Самосского, одинаково успешно придушили демокритовский материализм и идеализм Платона, противопоставили им ортодоксальные, довольно ограниченные концепции. По мнению Дж. Бернала, одной из причин этого является трудность понимания концепций древнегреческих мыслителей. «Их никто не мог понять, кроме очень хорошо подготовленных и искушенных читателей, которых нелегко было найти в эпоху раннего средневековья. Однако труды Аристотеля при всей их громоздкости не требовали (или казалось, что не требовали) для их понимания ничего, кро-

ме здравого смысла. Аристотель, подобио Гитлеру, никогда ие говорил кому-либо что-то такое, во что те не поверили бы. Не было необходимостн в опытах нли приборах для проверки его иаблюдеиий, ие иужиы были трудиые математическне вычислеиия или мнстическая нитуиция для поинмаиня какого бы то ии было виутреинего смысла... Аристотель объяснял, что мнр такой, каким все его зиают, имеино такой, каким оии его зиают. Подобио Журдэиу из «Мещанина во дворяистве» Мольера, все оин были философами, ие осозиавая этого».

Кроме того, ии одиа из идей древних фнлософов не была иикогда облечена в столь стройиую и строгую систему доказательств, как у Аристотеля.

Космологическая коицепцня Аристотеля была не только наглядна, поиятна и прнвычна людям. Оиа была тесно связаиа с его исследованиями проблем двнжеиия, простраиства и времени, доступна подтвержденню самымн простыми опытами и самыми поверхностиыми иаблюдениями.

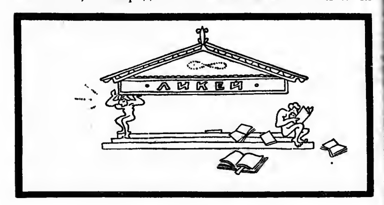
Аристотель полиостью отказался от взглядов ионийской школы, проповедовавшей идею образования мира. По его миеиию, мир всегда был такнм, каким мы видим его сейчас. Не было иеобходимости в его сотворении.

Эта идея вечностн вселеииой очеиь мешала христиаиской церквн, когда учеиие Аристотеля было прииято в качестве философской основы ндеологии католицизма. И оиа «исправляет» учение философа, объявляя мир возиикшим из иичего «по воле божьей» н предрекая ему гибель по той же причиие в коице отпущениого срока. Это едииствеииая существенная поправка, виесенная в космологию Аристотеля за время ее двухтысячелетиего господства.

Но особеино удобной оказалась для будущего христианской церкви идея Аристотеля о врождениом стремлении разумиой части человеческой души к совершенству. Арнстотель писал: «Мы должиы испытывать любовь к высшему, когда мы видим его». Эта «обязательиая любовь» пронизывала у философа все уровии отношеиий: раба — к господину, жены — к мужу и человека — к богу. Эта концепция извеч-

ного порядка и обеспечила философии Аристотеля поддержку средневековых клерикальных схоластов, которые превратили его философское учение в мертвую ортодоксальную догму. «Схоластика и поповщина взяли мертвое у Аристотеля, а не живое», — писал Владимир Ильич Ленин.

Если попытаться проникнуть в изначальную глубину причин победы аристотелизма, мы придем к неизбежному выводу, что бесперспективность рабовладельческого строя не могла не привести к ортодоксии — слепому следованию установленным принципам. Б. Рассел писал: «Философия учила воспринимать жизнь такой, какая она есть, и ничего не предлагала тем, кто находил ее невыносимой, кроме учения о том, что страдания их неизбежны и являются



частью великого устройства природы. Подобная философия шла по пути превращения в религию, но религию в интересах лишь высших классов».

Рабовладельческое общество презирало труд. Наука же без труда, без эксперимента лишается своей главной опоры — возможности повторить и проверить выводы. Правда, сказать, что во времена древнегреческой цивилизации практика находилась в загоне, тоже нельзя. Хотя греки и презирали труд, их время знаменито не только мировоззрениями. Блок, рычаг, полиспаст, колодезный журавль с противовесом, весы, кривошип, гончарный станок, центрифуга, зубчатая передача плюс просто Архимед с его сорока «патентами»

и Герон Александрийский с пожарной и паровой машинами принадлежат тоже грекам. Но главным богатством древних греков были, конечно, философские учения. Фридрих Энгельс писал в «Диалектике природы», что «в многообразных формах греческой философии уже имеются в зародыше, в процессе возникновения, почти все позднейшие типы мировоззрений».

Автор уже не раз упоминал о гелиоцентризме в воззрениях греков. Особенно убедительно эти идеи звучат в творчестве Аристарха Самосского (310—230 гг. до н. э.). Это был выдающийся астроном и геометр, первым предпринявший определение расстояний до небесных тел по данным наблюдений.

Измерив видимый диаметр Солнца и рассчитав, что расстояние до него в 19 раз превышает расстояние до Луны, он пришел к выводу, что дневное светило значительно больше Земли по объему. Он же высказал мнение, что звезды находятся еще намного дальше от Земли, чем Солнце. Кроме того, будучи приверженцем учения Пифагора, Аристарх смело поместил Солнце в ценр мира, а Землю, вращающуюся наподобие волчка вокруг своей оси, заставил обращаться вокруг Солнца по орбите.

Историки нашего времени обладают лишь одной работой Аристарха «О размерах и взаимных расстояниях Солнца и Луны». Причем расчеты Аристарха около двадцати столетий были «надежной» составной частью астрономии. Никому и в голову не приходило проверить их достоверность. Однако в свое время идеи Аристарха принесли ему массу неприятностей. Как и полагалось, нашелся защитник авторитета богов. Это был стоик Клеант, обвинивший Аристарха в безбожии.

Гелиоцентрическая идея без поддержки наглядными фактами приверженцев не нашла. Но мысль о том, что не Земля, а Солнце является крупнейшим телом вселенной, была весьма прогрессивной для того времени. Кроме того, не взгляды ли Аристарха Самосского послужили толчком для Архимеда в его попытках впервые вычислить размеры вселенной?

В общем, заканчивая Аристархом Самосским счастливую эпоху греческого развития, автор призывает читателя прийти в восторг, восхититься их достиже-

инямн и, воздев рукн горе, воскликиуть: «Слава грекам-философам! Ура мудрецам-софистам! Иоиийцам, пифагорейцам, элеатам и атомнстам, угрюмым циникам и жнзнерадостным кнреицам, перипатетнкам, стонкам и эпнкурейцам, скептикам, гностикам и всем, всем остальиым». После чего он смело переходнт к следующему временно́му этапу, не столь, может быть, светлому, как древнегреческий и эллннскнй периоды в иауке, но чрезвычайно важному для нашего повествования.

На закате классической греко-римской культуры

После смертн Александра Македонского и короткого временн расцвета иовой столнцы нмперии велнкого полководца — Александрнн — обстаиовка в мнре сменилась. Разобщенное греческое государство уступнло первенство могучему воеииому Риму. А сама Греция перешла на роль одной из провинцнй новой нмпернн. Отборные рнмские легионы раздвииули границы нмперин, сделалн их иеобозрнмыми. После шестнадцати, а то и двадцати и двадцати пяти лет службы отставиые воины возвращались на роднну, рассказывая небылицы о туманах Брнтанских островов и непроходнмых топях верхиего Нила, о трудностях сторожевой службы у Поита Эвксинского (так называлн в те времена Черное море) и иа берегах Гирканского (Каспнйского) и Красного морей.

Посмотрите иа карту и представьте себе эти просторы без железных н шоссейных дорог, без самолетов и автомобилей. Попробуйте представить себе время, когда самым быстрым способом передвнжения была верховая лошадь, и вы поймете, что террнторня Римской имперни была слишком большой.

Завоевання римляи в отличне от походов Александра Македонского мало что нового прнносили покореииым иародам. Своей развитой культуры с богатыми традицнями у Рнма не было. Пересадка же греческой

культуры на почву Италии произошла слишком поздно. Во-первых, и сама греческая цивилизация уже клонилась к закату. Во-вторых, приняв парадную сторону греческой культуры, высшие классы римского общества в глубине души презирали своих учителей. Например, основатель римской прозаической литературы и выдающийся государственный деятель Катон Старший (II в. до н. э.) ненавидел греческую науку. Он всю жизнь боролся против греческой образованности, считая, что философы лишь развращают римлян.

С древнейших времен, говоря о науке, люди сравнивали ее со светом, считая, что знания освещают путнику дорогу. В наши дни это сравнение не изжило себя. К науке оказалось приложимо еще одно каче-

ство света. Читатель, конечно, знаком с фотоном — элементарной частицей света, обладающей корпускулярными и волновыми свойствами. Одно из ее свойств заключается в том, что масса покоя фотона равна нулю. То есть, чтобы существовать, частица должна непрерывно двигаться. Не так ли и наука?.. Знания, которые не развиваются, начинают деградировать и в конце концов исчезают. А какое практическое применение открытиям эллинов или римлян мог дать рабовладельческий строй? Труд — удел раба. Отсюда: презрение к тем, кто пытается приспособить знания для нужд практической жизни, и отрицание роли эксперимента, и преклонение перед догмами.

Мы говорим: астрономия развивалась из нужд

мореплавання. Но у греков почти не было судов, способных выйти в открытое море. Путешествня совершали финнкнйцы. А ленивые римляне предпочитали риску дальних странствнй чтение переведенной гомеровской «Однссеи». Истинные знания философов прнменения не находилн и постепенно предавалнсь забвению, утрачнвалнсь. Постепенно мифы и легенды снова прншлн на место натурфилософских гипотез.

Конечно, дело, начатое философами, не могло остановиться сразу. Некоторое время оно катилось по ннерцин. Но каковы результаты сложного и длительного путн греческой, эллинской и римской астрономии?

Примерно около 280 года до нашей эры Аристилл и Тимохарнс составили первый в Европе звездный каталог. Около 230 года до нашей эры александрийский астроном Эратосфен, наблюдая тень от гномона (часы) в Снене и Александрии, определил окружность Земли. Длнна ее 250 тысяч египетских стадий (примерно 45 тысяч километров).

В пернод прнблизнтельно от 180 до 125 года до нашей эры жнл Гиппарх — велнчайший астроном древности. Он составил первые лунные и солнечные таблицы, изобрел несколько астрономических инструментов, ввел систему географическнх координат для определения положения точкн на земной поверхностн. Гиппарх составнл звездный каталог, содержащнй описание положеннй 1022 звезд, открыл прецессию.

Наконец, к 46 году до нашей эры по указанию Юлия Цезаря александрийский астроном Созиген произвел реформу рнмского календаря. За начало года было решено прнннмать 1 января. И счет по юлианскому календарю начался с 1 января 45 года.

Новая эра не отметила свое наступление особыми научнымн результатами. Прнмерно в 150-м ее году создается Клавдием Птолемеем «Великое математическое построенне астрономии в XIII книгах» — труд, названный впоследствии арабамн «Альмагестом». Эта работа до середнны XVI столетня являлась самой полной астрономической энциклопедией. Птолемей окончательно закрепил и узаконил геоцентрическую схему устройства Арнстотелевой вселенной.

Читатель, безусловно, уже ждет, что сейчас автор

разверяется и даст волю своей фантазии, описывая портрет великого астронома древнего мира. Но увы. Еще на первых страницах «обращения» автор клятвенно обещал не пользоваться материалом без знака исторического ОТК: не сохранилось ни облика, ни единой черты характера этого астронома, никто не знает точных дат его рождения и смерти. Остался лишь его труд из тринадцати книг.

Птолемей улучшил и расширил теории своих предшественников, добавил к ним свои наблюдения и довел теорию эпициклов до такого совершенства, что, пользуясь ею, астрономы могли по геоцентрической системе делать некоторые практические расчеты для астрономических целей. Очевидно, с тех пор стала развиваться традиция считать, что чем большее значение в науке имеет математика, тем точнее становится сама наука. И что между точностью и истиной существует прямое соответствие. Мы еще встретимся впереди с тем явлением, когда самые различные и непримиримые гипотезы будут одинаково хорошо согласовываться с описываемым явлением, пока какие-то опытные данные не перевесят чашу весов в пользу одной из них.

Для нас же особенно важным является то, что целью титанической работы Птолемея являлась выработка основ геометрической картины мира.

Труд Птолемея «был карнавальным шествием геометрии, праздником глубочайшего создания человеческого ума в представлении вселенной» пишет видный голландский астроном и историк астрономии Антони Паннекук. Жизнь и деятельность Птолемея протекали во время счастливого царствования императоров Адриана и Антонина. Римская империя словно отдыхала от хаоса непрерывных войн, борьбы и экономических затруднений. Со стороны можно было подумать, что античное общество вступило в солнечную эру мирного развития, что наступил золотой век великой эллинской культуры. Но увы! Это было вовсе не так. Специалисты-историки утверждают, что ко времени падения Римской империи образ жизни населявших ее народов мало чем отличался от жизни во времена бронзового века, закончившегося два тысячелетия назад. И это после Гомера, Фалеса, Демокрита и

Платона, после Сократа, Аристотеля, после Эпикура... Прошло всего лишь столетие, и разразившийся ураган сломал могучую империю. А еще век спустя вся культура античного мира оказалась забытой.

Зигзаг истории

В начале новой эры в римских катакомбах появились оборванцы, называвшие себя христианскими апостолами. Они собирали вокруг себя гладиаторов и рабов, произносили проповеди. Людям, истосковавшимся по истине, они твердили о высшей справедливости. Рассказывали о едином настоящем боге для всех людей: богатых и бедных, патрициев и рабов... Такая новая и необычная идея привлекала на проповеди массы людей.

Апостолы учили не дорожить жизнью, потому что каждому страдальцу обеспечено роскошное существование за гробом. И постепенно христианская секта становилась могучей и неразрушимой организацией, построенной на слепой вере в учение апостолов.

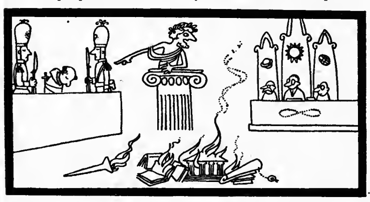
Императоры жестоко расправлялись с христианами. Их бросали в клетки с дикими зверями, убивали на аренах цирков, распинали на крестах... Ничто не помогало.

Христиане становятся все многочисленнее, все сильнее. Они начинают ответную борьбу с язычеством. Подстрекаемые фанатичными епископами, толпы их разрушают храмы, разбивают скульптуры и памятники, наивно думая, что уничтожают идолов.

Вождями первых христиан были отнюдь не самые образованные люди своего времени. Не в силах понять мудрость, заложенную в древних книгах, они ведут озверелые толпы на погром александрийской библиотеки. Разжигают костры из «языческих» рукописей. За долгие годы господства Рима толпа привыкла к зрелищам, и властолюбивые патриархи христианства направляют энергию послушных людей против всего ненавистного им самим. А ненависть у человека ограниченного вызывает прежде всего то,

что ои не поиимает. И патриархи руками христнаи громят обсерватории и убивают учеиых, которые по старинке чтили прежннх богов...

На рубеже IV—V веков в Алексаидрии жила первая в мнре женщнна-астроиом, математнк и фнлософ, дочь математика Теона. Звали ее Ипатней. К сорок пятому году жнзин перу Ипатии Александрийской принадлежали уже несколько трудов, перечисленные в одиом из византнйскнх словарей. До иас этн работы ие дошли. В 415 году толпа озверелых хрнстиаи, доведенная до последней стадин фанатизма моиахами-проповединкамн, «ворвалась в ее дом, вытащнла оттуда иесчастиую женщниу и разорвала на части прекрасиое тело этой учеиой язычницы, прежде



чем патриарх Кирнлл успел вмешаться...». Скорее всего патриарх ие спешил. Ведь Ипатия не исповедовала милосердиого хрнстиаиского учення.

Такие событня повторятся еще ие раз иа протяжеиин нсторин. И каждый раз нм будет казаться, что выполняют они свою волю, хотя в действительиостн являются просто средством, при помощи которого пробиваются к власти жадные, хитрые и эиергичные иичтожества.

Христиаие зажгли первые костры из книг. Отцы-инквнзиторы подхватнлн эстафету из рук патриархов. А когда религия уступила свое место политике, таким же праздииком огия озиамеиовали свой приход к власти фашисты в 1933 году.

Жечь книги — самый верный признак деградации культуры. Помните это: «Жечь было наслаждением. Испытываешь какое-то особое наслаждение при виде того, как огонь пожирает вещи, как они чернеют и меняются... руки, превращая в пепел изорванные, обуглившиеся страницы истории, кажутся руками диковинного дирижера, исполняющего симфонию огня и разрушения... Он шагает в рое огненно-красных светляков, и больше всего ему хочется сделать сейчас то, чем он так часто забавлялся в детстве, — сунуть в огонь прутик с леденцом, пока книги, как голуби, шелестя крыльями-страницами, умирают на крыльце и на лужайке перед домом; они взлетают в огненном вихре, и черный от копоти ветер уносит их прочь».

Это Рэй Брэдбери — американский писатель. Книга, которая начинается этим страшным абзацем, называется «451° по Фаренгейту» и снабжена пояснением: «451° по Фаренгейту — температура, при которой воспламеняется и горит бумага». Посвящена эта книга будущему Америки.

Когда пламя костров не разгоняет мрака ночи

В конце IV века последний римский император Феодосий издает эдикт против язычников. Эдиктом назывался особо важный указ императора. Отныне и навсегда людям запрещались жертвоприношения и посещения языческих храмов. Храмовое имущество отбиралось в пользу государства, а строения подлежали разрушению. Единственно истинной и допустимой объявлялась христианская вера, при том вера лишь в той форме, которая принята в Риме.

В 382 году Феодосий впервые произносит роковое слово «инквизиция», что в переводе с латыни означает «расследование». И хотя учреждена инквизиция была много позже, это слово на долгие столетия сделалось мрачным спутником христианской церкви. Указ недолго оставался на бумаге. Скоро в го-

роде Трире запылали первые костры, иа которых сгорели заживо те, кто ие захотел подчиииться алексаидрийскому или римскому пастырям. Сожжениые еретики были такими же христиаиами и расходились с Римом в столь иезиачительиых вопросах веры, что сегодия эти разиогласия были бы нам просто иепонятиы. Но католическая церковь не желала терпеть иикакого ииакомыслия.

С этого момеита «солнце иителлекта» над Европой стало быстро двигаться к закату. Из зала сеиата в Риме вытащили иа слом знаменитую статую «Победы», призиав ее идолом языческой веры. В 394 году в Греции были проведеиы последиие Олимпийские игры. В том же году христиаиские епископы

погасили вечный огонь в храме богини Весты — храиительиицы домашнего очага. Год за годом тина равнодушия затягивала родиики познаиия. И если первым христиаиам иельзя было отказать хотя бы в мужестве, то теперь, когда христиаиская религия стала силой, оиа притягивала к себе миожество проходимцев, людей алчных, имеющих одиого бога — богатство. Теперь епископский саи гараитировал ие ареиу цирка с дикими животиыми и ие крест у дороги. Теперь епископский саи озиачал богатства, славу и власть!

Невежествениые люди, возвысившиеся ие зиаииями и способностями, а благодаря иитригам и подлости стали претеидовать на звание едииственых и ие-

погрешимых учителей церкви. А как известно, власть над людьми умными и знающими — сооружение весьма шаткое. И тогда невежественные, но хитрые «учителя» объявили истиной только то, что говорят они сами. Тех, кто не соглашался, объявляли еретиками и отправляли на костер.

Замечательное стремление, свойственное человечеству, исследовать окружающий мир, отцы церкви призвали считать грехом. «Неведение — мать благочестия, разум — от дьявола», — учили они.

Самой первой атаке подверглись философские исследования древних и их воззрения на устройство мира. «Возможное ли дело, — пишет один из ярых поборников новой религии, епископ Лактанций, — чтобы люди были так безумны и верили, что хлеба и деревья висят по другую сторону неба вниз и что люди держат ноги выше головы?..» И все с ним соглашались: «Конечно, невозможно!» А Блаженный Августин, один из самых известных учителей западной церкви, прямо говорил, что обитание людей на другой стороне Земли невозможно, потому что об этом не говорится в священном писании. Это были страшные слова, породившие догму: «Все то, чего нет в писании, ересь!» Такая постановка дела у кого хочешь отобьет желание заниматься наукой. Принятие же подобной догмы равносильно распахиванию двери в пустоту...

Добившись первенства в области духовной, церковь все более долгими взглядами ласкала власть светскую. Между королями и папами начинаются трения. Сначала папами называли всех епископов. Но уже с V века этот почетный титул относится преимущественно к римскому архиепископу.

Принципы непогрешимости папы римского

Историки католической церкви пишут историю папства, представляя верховных пастырей христианства — римских пап как мудрых и добрых людей ас-

кетического образа жизни. Одной из главных отличительных особенностей католицизма является признание римского первосвященника (папы) «наместником Христа — сына божьего на Земле», непогрешимым в делах веры.

Папы не раз вмешивались в вопросы науки о вселенной. Давайте отвлечемся на минутку от научных вопросов и посмотрим, что же представляли собой в прошлом «мудрые и скромные наместники милосердного Христа на Земле». А там читатель и сам, основываясь на русской поговорке: «каков поп, таков и приход», сделает вывод о том, что представляла собой церковная братия средневековья.

В 955 году на папский престол был возведен сын одного из самых богатых римских сенаторов Октавиан. Он принял папский посох и стал править церковью под именем Иоанна XII. А было в ту пору Октавиану — Иоану XII шестнадцать лет. Но и в эти юные годы он был уже до мозга костей испорчен. Не прошло и года, как к императору Оттону I отправилась делегация римляи с жалобой на юного папу.

«— Это дьявол! — рассказывали посланцы. — И, как дьявол, он ненавидит создателя. Он оскверняет святыню, он невоздержан, для иего не существует справедливости... Ради удовлетворения своих прихотей он идет на святотатство и убийство. Он насильник и кровосмеситель. Все честные римлянки — девушки, замужние женщины и вдовы — бегут из Рима, чтобы не стать его жертвами. Дворец папы, в прошлом неприкосновенная святыня, превращен им в публичный дом...»

В те годы императоры еще имели власть назначать и сменять пап. Оттон тут же распорядился созвать специальный собор, на котором самые видные церковники должны были обсудить поведение молодого папы. На соборе присутствовало много итальянских, немецких и французских служителей церкви.

«Сначала против папы выдвинули «незначительные» обвинения. Его обвиняли в том, что он никогда не осеняет себя крестом, что он появляется перед верующими в военных доспехах, что часто с подозрительными компаниями отправляется на охоту, что он

всегда сквернословит, играет в карты и просит языческих богов Зевса и Афродиту помочь ему выиграть.

Затем появились обвинеиия более серьезные. Так, его обвинияли в том, что он пил за здоровье сатаны (и ссылались иа свидетелей, присутствовавших при этом).

Кардинал Джиованни и епископ иаитский обвиняли Иоаииа в том, что ои возвел одиого из своих любимцев в епископский саи в коиюшне. Обвнняли его в продаже церковных должиостей и устаиовлеиии определеиной платы за возведеиие в сан.

Рассказывали, что папа за деиьги посвятил в сан епископа десятилетиего мальчика...»

Короче говоря, прегрешеиий было столько, что

собор постаиовил иизложить папу. И иа его место был избраи другой, прииявший имя Льва VIII.

После того как император с войском покинул Италию, притихший бывший папа Иоаии XII с компаиией верных друзей и собутыльников ворвался в Рим и силой заиял папский престол. Несчастному Льву VIII, который тоже, коиечно, был иегодяем, ио проиграл, отрезали язык, нос, отрубили пальцы. Кардииалу Джиовании отрубили руку, а епископа иаитского папа самолично приказал отстегать хлыстами.

Потом папа созвал иовый собор, на котором заставил себя величать «пресвятейшим», «блажеинейшим», «почтениейшим» и «добрейшим». Но образ жизии не измеиил и скоро умер при весьма необычных обстоя-

тельствах. По вечерам папа бегал на свидания к одной красивой римлянке. Муж ее, узнав об этом, подкараулил папу и так отколотил его, что тот скончался через неделю в страшных мучениях, не успев принять даже причастия.

Его преемник Бенедикт VI кончил жизнь в тюрьме удавленным. Следующий папа тоже был убит.

Вообще в истории папства мало кто из верховных пастырей умер своей смертью. Веревка, яд и тюрьма — вот обычный конец авантюристов, захватывавших апостольский престол.

Но особенно прославился в XV веке папа Иоанн XXIII. Сын богатых родителей, он долгое время был настоящим разбойником, пиратом, грабившим купеческие корабли и прибрежные поселения.

Папы ни в чем не хотели уступать королям. Они содержали армию, захватывали обширные владения. Пользуясь суеверием невежественного народа, придумывали массу способов для устрашения и одурачивания простых людей. Так было введено отлучение от церкви. Отлученного предавали проклятию с церковной кафедры. Запрещали ему присутствовать на богослужениях, а после смерти запрещали даже хоронить на освященной земле кладбищ. Отлученный терял все гражданские права, не мог принимать участия в общественной жизни и оказывался вне закона. Люди со страхом сторонились его. Никто не имел права оказать ему гостеприимства, подать воды или кусок хлеба. Но зато каждый имел полное право убить его, не опасаясь преследований. Потому что убийство отлученного от церкви считалось богоугодным делом.

Еще страшнее был интердикт, или проклятие, которое налагалось на всю страну за непослушание папе. В церквах прекращались всякие богослужения. Положение, по свидетельству очевидцев, становилось ужасным. Покойников не хоронили, детей не крестили. Повсюду царила мертвая тишина. Невежественные и потому особенно набожные люди приходили от этого в страшное отчаяние и были способны на все... Любой король соглашался на какое угодно унижение, лишь бы избежать наложения интердикта. Так постепенно короли стали покорными слугами пап.

Безнаказанность привела к разложеиню всего католического духовенства. Пьянство, разврат и невежество служнтелей церквн сочеталнсь с корыстолюбием. Святые отцы даже забывали преследовать еретиков, так заняты былн личнымн деламн н распрямн. Особенно страшно это положение отзывалось на науке. Знання, накопленные прошлыми поколеннямн, прншлн в окончательный упадок. Крупнцы нстнны, добытые древинмн иатурфнлософамн, заменялнсь откровенными выдумками, которые нарекалнсь нстннамн, еслн хоть как-то соответствовалн легеидам священиого пнсаиня.

Отцы католической церкви и прогресс

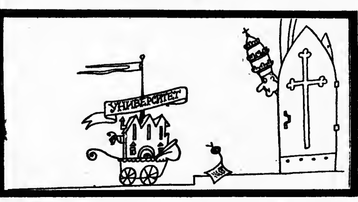
Классическая греко-рнмская культура погибла. Но мысль человеческая не могла долгое время находнться в застое. С нсчезиовеннем натурфнлософин оиа стала нскать почву в палестннах религнн н мнстнцнзма. Возможиостей для этого было хоть отбавляй. Чертн, ведьмы н прочая нечнсть наполнннли мир, служа каталнзаторамн алхнмнческнх реакцнй н астрологнческих предсказанний. Однако убнть тягу к нстине иевозможно, н эта потребность постепенно, иезаметно снова повернула ннтересы магов, астрологов и алхнмиков к науке. Но путь был длнннным. Слншком осиовательно заменнли европейскне народы языческую цнвнлнзацню на правовериую хрнстнаискую.

Лишь в 1175 году «Велнкое построение астрономнн» Птолемея было вновь переведено с арабского языка на латыиь н стало достояннем Европы. Трудио себе представнть, насколько задержался бы прогресс, если бы иароды Азни ие сохранилн крохн достижений классицнзма в эпоху веры в Европе. Сохранилась н астроиомия, хотя в мусульманском мире ее результаты тоже использовались в осиовном для составлення гороскопов.

История наукн — велнколепный образец для нс-

пытания диалектикн как инструмеита исследоваиия. На протяженни всех веков в ней постояино возникали протнвоположные течення, взаимоисключающие гипотезы. Этн глубоко враждебиые друг другу коицепцни никогда ие ужнвалнсь мирио. Оии противоборствовали, оправдывая название «Драмы Идей», даиное иауке Эйиштейиом. И если иа смеиу погибшей цнвилизации греков пришел догматнзм христиаиской церкви, то одновремеиио виутри его начали развиваться ереси, расшатывающие устои догмы. Для борьбы с ересямн духовеиству потребовалось образоваиие. Но образованиость ие в состояинн ужнться с догматизмом. Так было и будет всегда...

К XII веку в Европе появляются университеты.



Первый — Парижский. Год осиования, или, вериее, призиания, — 1160. Прнмерно в то же время основаны были университеты в Болонье, затем в Оксфорде и в Кембрндже. Главная задача уииверснтетов заключалась в подготовке духовеиства. Студиозусы, облачениые в длнниые балахоиы, учились говорить и пнсать по-латиниски, изучали арифметнку, геометрию, астрономию и музыку и, наконец, переходилн к фнлософни и теологии. А так как кннг было чрезвычайно мало, в эпоху раинего средиевековья оин были редкостью и стоилн баснословно дорого, то учеиие велось с голоса в форме лекцнй.

Очеиь распространеиы в эти годы были н открытые днспуты. Отцы церкви, прнобщившиеся к аитич-

ной культуре, пытались ввести некоторые положения философии эллинов в догмы христианского учения. Это приводило к бурным спорам, в которых каждая из сторон утверждала свою правоверность, обвиняя противников в ереси. Вот что писал в 1276 году по этому поводу папа Иоанн XXI: «...от высокопоставленных и влиятельных людей получил я сведения, что некоторые учащие в факультете искусств, выходя за его пределы, так излагают в своих чтениях разные вздорные и нечестивые положения, как будто они сомнительны и полежащи диспуту».

Нет, церковь не поощряла диспутов, стремясь разрешать опасные вопросы на закрытых епископальных соборах. Но постепенно открытые диспуты стали одним из любимых видов развлечения. Имена эрудированных и удачливых спорщиков произносились с уважением. Диспуты устраивали при дворах королей...

Во дворце толедском трубы
Зазывают всех у входа,
Собираются на диспут
Толпы пестрые народа.

Не сойдутся в этой битве
Молодые паладины,
Здесь противниками будут
Капуцины и раввины.

Так начинается стихотворение Генриха Гейне «Диспут», описывающее спор между представителями различных религий.

Правда, если ученые диспуты помогали рождению хоть какой-то истины, то богословские чаще оканчивались безрезультатно. Если, конечно, не считать достаточным результат, заключающий то же стихотворение:

. . . .

Я не знаю, кто тут прав, —
Пусть другие то решают,
Но раввин и капуцин
Одинаково воняют.

В наши дни диспут, даже научный, редко имеет решающее значение. А жаль. Представители разных школ, разных направлений предпочитают «мирное

сосуществование» там, где гораздо уместнее была бы схватка мнений. В XX веке искусство спора как-то засиуло. Автору не хочется произносить слово «умерло». Мы разучились говорить экспромтом, говорить без заранее приготовленной шпаргалки. Даже завзятые остряки КВН иногда признаются: «Экспромт вчера сочинил». И публичные защиты диссертаций с официальными оппонентами, слава богу, почти никогда не перерастают в споры. А ведь жаль, что искусство спорить, говорить красно, отстаивая избранную точку зрения, искусство, когда-то так развитое среди русской интеллигенции (вспомните последний диспут между профессорами Костомаровым и Погодиным о происхождении варягов), утеряно и студентами нашими, и профессорами их, и преподавателями...

В V веке Блаженный Августин, один из выдающихся мыслителей богословов, постулировал, что бог и мир неотделимы. Все существующее суть некая эманация бога. Даже время сотворено тогда, когда был сотворен мир.

Августин подробно разобрал один из спорнейших вопросов того времени: об отношении человека к божественной благодати. Ученый епископ установил, что человек к восприятию сей благодати способен и тем выработал некий компромисс между верой и философией. Это было и понятно. Сын матери-христианки и отца — убежденного язычника, Августин (тогда его звали Аврелием) в молодости вел самую светскую и разгульную жизнь. Получив хорошее классическое образование, он проводил дни в вихре наслаждений, меняя Карфаген на Мадавру, тщательно объезжая стороной родной Тагаст (древние города на севере Африки). Языческие авторы, в частности Цицерон и Платон, побудили его заняться философией, и лишь в 33 года он принял христианство. После чего быстро выдвинулся, став епископом в Гиппоне.

Компромиссное учение Августина просуществовало недолго. Нарождающиеся одна за другой ереси ставили своей задачей опровержение его догм, и вплоть до самой реформации против учения святого Августина шла непрерывная борьба.

Позднее знаменитый схоласт и богослов Фома Аквинский в пределах существовавшего теологического

мировоззрения неоднократно пытался примирить веру и разум, разрабатывая в своих богословских трактатах проблемы пространства и времени. Но все эти попытки не шли дальше чисто умозрительных спекуляций. Для поисков путей к главной цели — спасению души, опытного подтверждения теорий было просто не нужно. Религия предпочитала иметь дело с мифами, а для подавления сомнений и успокоения излишней любознательности существовало такое могучее оружие, как вера плюс святая инквизиция...

Мрачное средневековье и развитие техники

Церковь и инквизиция добились того, что в средневековом мире воцарился четкий порядок. Каждый знал свое место. А все общество строго подчинялось установленной иерархии. Во главе мирской жизни стоял император, дальше шли короли, дворяне и, наконец, низший слой — простолюдины. То же самое было и в жизни духовной. Главу церкви — папу окружали кардиналы, епископы, архиепископы и неисчислимая армия убывающих по рангу священнослужителей и монахов.

Точно такая же иерархия существовала и в выработанной к этой эпохе картине мироздания. Центр мира — Землю окружали сферы Луны, Солнца и планет, к которым были прикреплены ангелы различного ранга, обязанные поддерживать среди светил надлежащий порядок. За крайней сферой «неподвижных звезд» находилось небо, где обретался бог. В противовес небесной благодати был создан подземный ад с такими же примерно сферами или кругами, только идущими в обратном направлении. Так, если огромное светлое и просторное небо за небесной твердью принадлежало богу, то тесный и смрадный центр Земли был вотчиной сатаны... И хотя автору ужасно хочется провести сравнение дальше, столкнуть девять хоров ангельских с кругами ада, он помнит, что за

пятьсот лет до иего это уже было проделано иесравненным Даите. И читатель, добравшийся до этого места нашей книжки, может сам перелистать том «Божественной комедии» н если не прочесть, то хотя бы просмотреть картинкн, иарисоваииые лучшим рисовальщиком мнра — Гюставом Доре.

Да, вселениая была построена прочно, высокоразумно н иаве́чио! Христианскне догмы умело сочетались в ией с наиболее логичнымн выводамн древних авторов, н поколебать эту глыбу не могло ничто.

Правда, возинкали по-прежиему различные школы, прииимавшиеся по-своему толковать те нлн ниые детали. Но даже в нх еретических учениях главиое оставалось неизмеииым. Кроме того, всяческая ересь быстро и умело обезвреживалась. Нет, ндеология средиевекового общества была иа удивление монолитной. Существующую картину мнра опасность подстерегала с другой стороны.

Мы часто бываем несправедливы, говоря о средневековье как о времеии полного и всеобщего застоя. А между тем эта длительная и действительно довольно мрачная пора жнзнн человечества отмечеиа мpremжеством выдающихся технических изобретений. Техническне новшества повысили пронзводительность труда, увеличили количество прнбавочного продукта, породили иовый класс предприинмателей, способствуя тем самым паденню феодализма. Буржуазин потребовалась новая фнлософня, способная не только вндеть дальше средневековой схоластики, ио н делать больше...

Чтобы не быть голословным, автор позволнт себе напомннть о некоторых технических усовершенствованиях и новшествах прнмерно восьми-девятисотлетней давности. Прежде всего это касается энергии. Главиым механизмом, преобразующим прнродную эиергню воды в механическую, являлнсь мельиицы, нзобретенные, по свидетельству Витрувия, еще в античные времена. Однако в пернод рабовладельческого строя, чтобы смолоть зерно, достаточно было кликнуть раба. И лишь в эпоху средневековья водяные мельиицы нашли широкое распространение. (В одной Англии их было более 5 тысяч.) К середнне XII сто-

летия появляются в Европе и ветряные мельницы, изобретенные в Персии. Эти механизмы «автоматизировали» такие процессы, как валяние сукон, раздувание мехов и ковку железа молотом. Кроме того, в начале XI века в Европе появились подковы и хомут, заменивший древнюю ременную упряжь. Эти изобретения позволили в пять раз увеличить нагрузку на лошадь, заменить ею медлительного вола, а следовательно, увеличить производство зерна и расширить торговлю на континенте.

У кузнецов, входящих в городские цехи и живущих в деревнях, прибавилось заботы. Постройка и обслуживание мельниц, плотин и шлюзов потребовали новых знаний. И постепенно часть кузнецов превращается в мельничных мастеров — механиков. Механики построили в городах Европы первые часы. Собственно говоря, «часы вообще», как и колесо, — изобретение, на которое патент получить трудно. Из папирусов Древнего Египта известны солнечные часы. Водяными часами наверняка пользовались еще в Древнем Вавилоне для астрономических наблюдений. Клепсидры и песочные часы были известны в классической Греции, где измерение времени производилось либо по подъему уровня воды в подставленном сосуде, либо взвешиванием... Арабы усовершенствовали греческие водяные часы, передавая движение уровня жидкости с помощью поплавков и веревок указателям в виде стрелок.

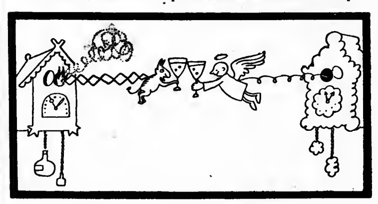
В европейских городах до XI века включительно время узнавали по звону городского колокола, в который бил часовой. В его же обязанности входило следить за временем по песочным или водяным часам и вовремя переворачивать склянки.

В странах северных широт меньше солнца, а вода зимой замерзает, превращаясь в лед. И тогда кому-то из механиков пришла в голову мысль заменить понижение уровня воды в часах опусканием груза, а движение это передавать на стрелки через зубчатые передачи. Получился механизм наподобие часов-ходиков. Потом усовершенствование пошло дальше, и механизм сам стал бить в колокол. Родились механические часы — гордость средневековых городов.

Родилась и профессия часовщиков — будущий резерв мастеровых — изобретателей, а потом и инженеров.

К XIII веку европейские корабли стали снабжаться кормовым рулем, носовым и кормовым парусом, что позволило плавать уже не только при строго попутном ветре, но и ходить под углом к ветру. Тогда же появились у европейских мореплавателей давно известный в Азии компас, но уже в виде стрелки, насаженной на иглу, и карта с розой ветров. Плавание в открытом море потребовало дальнейшего развития астрономии и поставило проблему определения долготы (кстати, разрешенную лишь в XVII веке).

Наконец, именно к средним векам относится про-



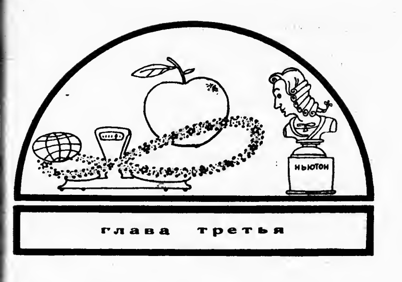
никновение в Европу таких изобретений, как порох и пушки. Это привело к настоящей революции в военном деле, оказало большое влияние на политику и экономику стран.

Любопытно отметить, что к тому же периоду XII—XIV веков относится и получение крепкого винного спирта. Сначала его употребляли в качестве чрезвычайно редкого лекарства. Но во время эпидемии чумы, свирепствовавшей в Европе на протяжении 1348—1349 годов, спрос на спиртные напитки чрезвычайно возрос. Люди верили, что пьющий aqua vitae — воду жизни — никогда не может быть захвачен «черной смертью». Спирт стали производить и потреблять в громадных количествах. Пушки и спирт — можно

ли придумать более «надежный» фундамент прогресса? Тем не менее производство спирта действительно подтолкнуло науку, дав возможность для возникновения в будущем органической химии и физики теплоты. В захватнических же колониальных устремлениях европейских государств порох и спирт играли трагическую роль.

В XII веке благодаря арабам появилась в Европе и бумага. Причем производство ее в областях, богатых льном и текстилем, оказалось настолько дешевым, что скоро стал ощущаться недостаток в переписчиках книг. Это, в свою очередь, привело в XV веке к быстрому распространению в Европе техники печатания, сначала с помощью подвижного деревянного, а потом и металлического шрифтов, изобретенных на много лет раньше в Китае и Корее. И как типичный пример (модной в наше время) обратной связи, появление печатной продукции — молитв, священных книг и индульгенций — способствовало постепенному освобождению разума от контроля церкви, потребовало грамотности не только от монахов, но и от ремесленников, подготовило почву грядущей реформации.

Для астрономии, связанной с наблюдениями, особое значение имело такое техническое усовершенствование, как очки. Их производство и применение также началось в Европе примерно с середины XIV века, хотя действие линз было известно задолго до этого времени. Рост спроса на очки привел к развитию профессии шлифовальщиков линз. А это последнее обстоятельство привело уже в 1609 году к созданию Галилеем первого телескопа. Но от этой поры нас отделяет еще такая эпоха, как Возрождение.



глава третья

В ней автор, продолжая путешествие по прошлому, делает вид, что коротко знаком с авторитетами

Эпоха Возрождения началась критикой всей картины мира. «Все, чему учил Аристотель, ложно!» — прозвучал знаменитый тезис гуманиста Питера Рамуса с университетской кафедры в 1536 году. Люди, уставшие от беспросветного отчаяния последних веков древнего классицизма, от смирения и отказа от радостей мирской жизни в эпоху веры, словно проснулись от тяжелого сна. Заботы о настоящем сменили прошлое радение о загробной жизни.

Расцвели светские искусства. «Делайте, что вам нравится», — учил в своих книгах шутник, а по некоторым сведениям толстяк и обжора Алькофрибас Назье — человек, которого нищие пациенты Лионской городской больницы почитали как доктора мосье Франсуа Рабле. Ширятся списки отважных авантюристов, чтимых в качестве первооткрывателей новых земель. Да и так ли важно сегодня, что сын генуэзского ткача Христофор Колумб в молодости занимался

морским разбоем? А первый английский кругосветный путешественник Френсис Дрейк был корсаром и не только в годы безрассудной молодости.

Беспокойное, но обнадеживающее наступило время. «Троны шатаются, умы волнуются, наука рвется в бой — как славно жить, да, как славно жить в эти годы, друзья мои!..» — писал немецкий гуманист Ульрих фон Гуттен. К этой же замечательной эпохе относится и новая страница в истории развития взглядов на вселенную...

Кардинал Николай Кребс из Кузы

«Бог пользовался при сотворении мира арифметикой, геометрией, музыкой и астрономией, всеми искусствами, которые мы также применяем, когда исследуем соотношение вещей, элементов или движений, — писал выдающийся мыслитель Возрождения Николай Кузанский в своем трактате «Об ученом незнании». — При помощи арифметики бог сделал из мира одно целое. При помощи геометрии он образовал вещи так, что они стали иметь форму, устойчивость и подвижность в зависимости от своих условий. При помощи музыки он придал вещам такие пропорции, чтобы в земле было столько земли, столько воды в воде, столько воздуха в воздухе и огня в огне. Он сделал так, чтобы ни один элемент не мог раствориться полностью в другом, отсюда вытекает, что машина мира не может износиться и погибнуть...»

Николай Кузанский (настоящая его фамилия Кребс) родился в семье рыбного торговца в селении Куза Южной Германии на Мозеле. (Отсюда и прозвище его Кузанский, сопутствовавшее всю жизнь этому человеку.) В те годы людей часто метили названиями мест их рождения. Во-первых, это расширяло возможности небогатых средневековых святок, во-вторых, сразу давало весьма важную для эпохи информацию о территориальном происхождении человека. Со-

храиилось преданне, что еще в ранней юностн непоседливый сын работорговца удрал из дома, где должен был уиаследовать отцовский фартук. Какой-то местный благодетель из знатных помог мальчншке, прнстроив его в школу «духовных братьев общей жизни» в старинном Девентере.

Окончив ученне, Николай перебнрается в Падую, в зиаменитый университет, и в 1424 году защнщает докторскую степень по каноническому праву, вступнв одновременно в моиашеский орден августинцев. Скоро слава о молодом знатоке античной философни, сочетающем ее популярные ндеи с идеями уходящего средневековья, разносится по всей папской моиархнн. Наступнвший переходный к Возрождеиию пернод требовал компромиссов с ортодоксней уходящего времени. И Николай Кузанский одни из первых боролся за прнмнрение самых крайинх точек зрения.

В связи со вступленнем иа престол иового папы Евгення IV в Базеле собнрается вселенский собор, иа котором должны решаться важные церковные дела, как-то: об ограннчении властн папы, о борьбе с ересью, об испорченности иравов духовенства, о заключенни мира с умеренными гуситамн и «чашииками» н так далее, и тому подобное... В качестве эксперта — ученого богослова — прнзван был в Базель и отец Николай Кузанский. Он знакомится с нзвестным гуманнстом папским легатом Юлнаном Чезаринн н завязывает с иим дружбу.

Пользуясь поддержкой влнятельиого вельможи, Николай Кузанскнй впервые выступает с собственным мнением, удачно сочетающнмся с атмосферой собора. Как ученый богослов ои прнзывает к церковным реформам, но как сторонник партнн папы он ратует за реформы без нарушення центральной власти. Признавая Рнм — «престол святого Петра» — средоточнем души вселеиской церкви, Николай Кузанскнй мягко отрицает власть папы иад государством, осуждает вместе со всемн злоупотребления интерднктамн н финансовымн махниацнями. Но когда собравшиеся иа собор раскололись н большннство выступило против папы Евгения IV, Николай Кузанский вместе с Чезарнии и другимн «гуманистами-прогресснстами», испугавшись «революционых» требований, покиеули вслед за

папой заседание. Евгеиий IV попытался распустить собор и открыть новый в Ферраре. Но упорствующее большинство не подчиннлось. Мало того, оставшиеся в Базеле избрали вместо Евгеиия IV другого папу — престарелого развратиика герцога Амедея Савойского, который принял имя Феликса V. Но двоепапство не устраивало светских государей. И Феликса V почти иикто ие призиал. Тем временем Николай Кузанский как зиаток греческого языка едет послом Евгеиия IV в Константннополь, чтобы договориться об уиии с властителями восточной (визаитийской) церкви. И после феррарского собора, закоичнвшегося через год во Флоренцни, возвращается в родную Германию настоятелем моиастыря в Майнфельде, имея важиый чин внзитатора прнрейнских н мозельских монастырей. В это время он и пишет свой зиамеиитый трактат, цнтатой нз которого иачался рассказ об этом удивнтельном человеке. Несколько лет спустя Николай Кузаиский возводнтся в сан кардниала-пресвитера римской церкви и иазначается епископом брнксенским (в Тироле).

Это иаиболее плодотворное время Нnколая Кузанского. Ои миого пишет, заиимается фнлософией, математикой, изучает астрономические трактаты древних... Его пронзведеиия и взгляды иемало содействуют расшатыванию устоев схоластики, открывая и намечая пути для научного позиаиия мира. С одной стороиы, ои еще абсолютный схоласт, прннимающнй лишь то, что согласуется с «непоколебнмымн» догматамн церкви. Ои видный теолог, фнлософ, кардинал н сподвижннк папы римского. Но с другой стороны, ои математик и астроиом. Его астрономнческие ндеи удивительны своей плодотворностью. Он категорнчески отрицал, что Земля — цеитр мира, н допускал возможность ее движеиия вокруг Солнца, сформулнровав впервые ясио принцнп отиосительностн движения.

«Нам уже ясио, что Земля иа самом деле двнжется, хотя это иам ие кажется, ибо мы ощущаем двнжеине лишь при сравиеиии с неподвнжиой точкой. Если бы кто-инбудь ие знал, что вода течет, не видел бы берегов и был бы на корабле посреди вод, как мог бы ои поиять, что корабль движется? На этом же осиовании, если кто-либо иаходится на Земле, иа

Солнце или на какой-нибудь другой планете, ему всегда будет казаться, что он на неподвижном центре и что все остальные вещи движутся... Машина мира имеет, так сказать, свой центр повсюду, а свою окружность нигде, потому что бог есть окружность и центр, так как он везде и нигде...»

Здорово, если отбросить упоминание о боге как дань времени, то перед нами вполне разумная современная точка зрения на вселенную.

В своем сочинении «Исправление календаря» Николай Кузанский предлагает свой метод усовершенствования календаря, совершенно аналогичный по результатам позднейшему грегорианскому методу. В этом же сочинении можно не в очень отчетливой форме прочитать и гипотезу о шарообразности Земли и ее вращении вокруг своей оси. Правда, эти намеки пока не имеют никакого физического обоснования, пока это скорее лишь возврат к воззрениям древнегреческих мыслителей. Но для нас они важны уже тем, что являются свидетельством грядущих идей Коперника, которые в то время «витали в воздухе». Ах, опасная сила — сомнение. Оно настолько сильно своей привлекательностью, что даже поднаторевший в богословских спорах теолог, осторожный Кузанский увлекается и выводит из своих намеков и бесконечность мира в пространстве и времени и даже упоминает о множественности миров... Пройдет полтора века, и эти же мысли, только развитые, собранные в стройную еретическую систему, возведут другого мыслителя на костер...

Противоречивые философские идеи Николая Кузанского породили немало сторонников. И если вам встретятся имена Жака Лефевра из Этапля (1455—1537), гуманиста Сорбонны, или пылкого ученика его Шарля Булье (1476—1553), подписывавшего свои произведения именем Каролуса Бовилуса, или легендарного Иеронима Кардано (1501—1576), наконец, Джордано Бруно, помните, все эти вполне почтенные исторические личности: философы, мыслители, математики — были убежденными сторонниками учения Николая Кузанского — первого философа эпохи Возрождения. Список его последователей можно было бы продолжить.

На берегу космологического Рубикона

Рубеж XV и XVI столетий дал человечеству столько, сколько не дало все время, пролетевшее с момента выхода «Альмагеста» Птолемея. Вместе со сменой картины мира изменилось место человека во вселенной, изменилась его роль, его значение в собственных глазах. И это событие повлияло особенно глубоко на развитие всей дальнейшей культуры. Собственно, подготовка этих изменений началась давно — едва ли не с началом крестовых походов, когда впервые наивные и примитивные представления людей о форме и составе Земли подверглись коренному пересмотру. Однако рыцари отправлялись в походы, не особенно отягощаясь грузом знаний. Благочестие и жадность к наживе заменяли любознательность. Затем были Марко Поло, Васко да Гама и, наконец, Колумб. Предприятие Колумба особенно важно потому, что оно родилось из идеи, из гипотезы о шарообразности Земли. И дело мореплавателя столь же блестяще подтвердило эту гипотезу. От принятия шарообразности Земли один шаг и до приемлемости ее вращения вокруг оси. Но эти предположения носили в себе еще и иные, куда более драгоценные зерна. Мир был подготовлен к смене мировоззрения. Эта смена созрела внутри общества, в сердце общества. И нужен был лишь гений, который сделает последний шаг. Таким гением стал фромборкский каноник Николай Коперник из Торуня. Он перешел Рубикон.

Николай Коперник не был нигилистом. По натуре своей он не был даже борцом, несмотря на то, что вся его жизнь прошла в непрерывных сражениях не только в переносном, но и в прямом смысле этого слова. Николай Коперник был ревностным католиком, родственником епископа и священнослужителем не по принуждению. Но, служа богу, он прежде всего служил истине. Он был не только настоящим ученым, но

и глубоко порядочным человеком. Сколько внутреннего мужества нужно было иметь этому скромному и застенчивому от природы человеку, чтобы, отбросив в сторону тройные оковы привычек, священного писания и здравого смысла, провозгласить свою верность «абсурдным» взглядам древних авторов, утверждавших движение вращающейся Земли вокруг Солнца.

Обладая широкими научными познаниями в математике и философии, Коперник испытывал склонность к теоретическим рассуждениям. Свою модель вселенной фромборкский каноник обосновывал без всякой эмпирики, чисто умозрительно. Он писал: «В середине всех этих орбит находится Солнце, ибо может ли прекрасный этот светоч быть помещен в столь великолепной храмине в другом, лучшем месте, откуда он мог бы все освещать собой. Поэтому не напрасно называли Солнце душою вселенной, а иные — Правителем мира. Тримегист называет его Видимым Богом, а в «Электре» Софокла оно выступает как Всевидящее. И таким образом, Солнце, как бы восседая на царском престоле, управляет вращающимся около него семейством светил. Земля пользуется услугами Луны и, как выражается Аристотель в своем трактате «De Animalibus», Земля имеет наибольшее сродство с Луной. Но в то же время Земля оплодотворяется Солнцем и носит в себе плод в течение целого года».

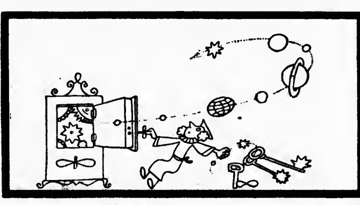
Сын своей эпохи, Николай Коперник чувствовал красоту и гармонию строения мира и пытался выразить ее в своей модели.

Следуя традициям эпохи Возрождения, Коперник учил критическому отношению к данным чувственного опыта. Так, в отличие от системы мира в изложении Аристотеля или Птолемея движение небесных тел в системе Коперника было относительным. Не следовало принимать видимые движения планет за реальные. Точно так же, как человеку кажется, что Земля неподвижна, а Солнце и планеты обходят ее по орбитам, так и обитатели иных планет окажутся в подобном же заблуждении. Они также будут думать, что Земля движется вокруг их неподвижной планеты. Это отрицание неподвижности Земли в будущем дало возможность утверждать, что и

система отсчета движения всех тел относительно Земли не имеет абсолютного характера, — вывод, сыгравший огромную роль в становлении материалистического мировоззрения.

Далеко не все и не сразу приняли идею Коперника всерьез. Возражения были очень существенными. Как доказать, например, что огромная Земля стремительно вращается вокруг своей оси и летит вокруг Солнца? Куда же тогда девается ураганный ветер, возникающий всегда при быстром движении? Или почему вращение Земли не вызывает отклонения падающего пушечного ядра?.. Чтобы устранить эти серьезные возражения, миру понадобился Галилей...

А пока теорию Коперника большинство астроно-



мов принимало как абстракцию, удобную для математических вычислений. Не все ли равно математике, что считать движущимся — Солнце или Землю. Но в действительности...

Система Коперинка была по-прежнему замкнутой, ограниченной сферой неподвижных звезд. Эту точку зрения разделяли большинство не только его современников, но и ученых, живших в последующие годы.

Тех же взглядов на строение вселенной придерживался и Кеплер. Он даже вычислил радиус этой «звездной сферы из льда и кристаллов», который оказался меньше, чем предполагал Коперник, но все-таки равным шестидесяти миллионам радиусов Земли:

для тех лет невероятное расстояние. (Заметим, что сегодня это в сто раз меньше кратчайшего пути до Проксимы Центавра — ближайшей соседки нашего Солнца.)

Приверженность к старой модели понятна. За внешней сферой находилась обитель, самая почетная во всей схеме вселенной — жилище блаженных у Аристотеля или обитель бога в системе Птолемея. Покуситься на ее целостность значило поднять руку на самого бога. И Коперник, и его последователь Кеплер были слишком добрыми христианами. И все-таки именно их трудами вместе с хрустальными сферами исчезли и небеса, на которых прочно сидели ангелы. Различие между земным и небесным потеряло смысл. Человек перестал быть центром вселенной. Если бы Коперник предвидел те результаты, к которым приведет его учение, он пришел бы в ужас. Церковь спохватилась, но поздно. Механизм истории уже пришел в движение.

В 1596 году молодой провинциальный преподаватель астрономии и математики в Граце Иоганн Кеплер пишет книгу «Тайна вселенной», объясняя с позиций философской гармонии строение Коперниковой системы. Он связал расстояния планет от Солнца с пятью правильными многогранниками, которые назывались «Платоновыми фигурами». С древних времен этим фигурам приписывались некие мистические свойства. Кеплер построил на каждой концентрической планетной сфере (в то время еще не знали, что орбиты представляют собой эллипсы) почти точно один из правильных многогранников, так что его вершины касаются следующей планетной сферы. Кеплер решил, что это не может быть случайностью. Пять геометрических тел: восьми-, двадцати-, двенадцати-, четырех- и шестигранники — между шестью планетными сферами показались «весьма серьезными» аргументами в пользу новой системы. Впрочем, научного значения этот кеплеровский трактат не имел и важен для нас лишь как подтверждение приверженности Кеплера учению Коперника.

Могучее воображение Кеплера, склонное к фантастике и мистицизму, сочеталось в нем со скрупулезной честностью. Сотканный из противоречий, он всю

жизнь провел в попытках проникнуть в тайны вселениой. Прочитав письмо Кеплера, Эйнштейн писал: «В письмах Кеплера мы как бы вплотную соприкасаемся с душой глубоко чувствующей н страстиой. Эта страсть иаправлеиа на понски ианболее глубокого объяснения процессов прнроды».

Однако, иесмотря на честность, на мощь нителлекта, на иеспособность к компромнссам, Кеплер ие был по натуре своей борцом. Чтобы закрепить за иовой системой право на существоваиие, ей нужен был пропагаидист и популярнзатор!

Бессмертие Великого Еретика

В четверг 17 февраля 1600 года в два часа иочи на башне Братства усекновеиия головы Иоанна Крестнтеля глухо зазвонил колокол. Случайиые прохожие и старнкн, которым не спнтся глухимн ночами, нспуганио чнтали молнтвы. Колокол каждого моиастыря и братства в Рнме нмел свое назначеиие. Звон с колокольни Братства усекновения головы Иоанна Крестителя означал, что утром предстонт сожженне. В темноте нз ворот братства вышла колоииа моиахов в надвниутых капюшоиах с прорезями для глаз. От церквн святой Урсулы братья направились к тюрьме в башие Ноиа н вошлн в капеллу. Здесь уже находился приговорениый к смертн еретнк. Началась паннхида. Братья пелн «за упокой душн», увещевая осужденного отказаться от упорства и подпнсать свое отреченне от ереси. После панихиды процессия с нераскаявшимся грешником вышла из тюремиой башни, прошла через мост н по переулку Лучников вышла к площади Кампо ди Фьоре. Там, возле углового дома, против камня, испнсанного латинскими стнхамн в честь папы Сикста IV, учредившего иа Кампо ди Фьоре «трон божествеиного правосудня», был сложен костер...

Трещали факелы сопровождавших. Палачи сорва-

лн с приговоренного к смертн одежду и накинулн ему на плечн «санбенито» — грубый саван, разрисованный языкамн адского пламени н пропитанный серой. Затем осужденного привязали к столбу железной цепью и туго-натуго перетянулн мокрой веревкой. От жары веревка будет сохнуть, съежнваться и, врезаясь в тело еретнка, усиливать его мучения, к вящей славе н удовольствию милосердного господа. У ног осужденного сложнлн его книги и книгн, запрещенные святой церковью, которые он чнтал. Язык его вытянулн изо рта и зажали тискамн. После чего палачи запалили хворост. Сквозь дым и пламя монах братства протянул умирающему распятне, но тот отверг его взглядом...

Так окончнл жизнь бывшнй монах-доминиканец Джордано, сын покойного Джованни Бруно из Нолы.

В Вечном городе шел второй день пышных юбнлейных празднеств по случаю наступления нового столетня. И прежде чем начать церковные торжества, следовало воздать хвалу господу святым делом осуждения и сожжения еретнков.

Еретик н атеист, отпавший монах, расстрига-священник, безнравственный человек, мятежник против Хрнста н церквн... Революцнонер... Философ н магнстр искусств, человек феноменальной памяти, исключительных способностей н чудесных познаний в самых различных областях науки своего временн — вот насколько по-разному характеризуют Джордано Бруно враги н друзья.

Чем же заслужнл этот человек столь большую любовь н велнкую ненавнсть, которые одновременно испытывалн к нему современникн?

> Когда свободно крылья я расправнл,
> Тем выше понесло меня волной,
> Чем шнре веял ветер надо мной;
> Так дол презрев, я ввысь полет направил.
> Дедалов сын небес не обесславнл
> Паденьем; мчусь я той же вышнной!
> Пускай паду, как он: конец иной
> Не нужен мне, — не я ль отвагу славнл?

Так писал в одном нз своих сонетов Джордано Бруно, выразнв поэтическим слогом программу жизнн: постнгнуть мнр, но не как релнгиозную доктрину, а как завлекающую н манящую тайну прнроды.

«Четырнадцати нли пятнадцати лет я вступнл послушнником в орден доминнканцев, в монастырь святого Домииика в Неаполе, — запнсаиы в протоколе допроса никвизиции слова Джордаио Бруио. — По истечеиии года послушиичества я был допущен к монашескому обету...»

Однако это вовсе ие зиачнло, что с этнх пор брат Джордано должеи был посвящать все свое время постам, молитвам н умерщвленню плоти. В XVI веке мужские монастыри представлялн собой, по свидетельству современников, настоящне разбойиичьи притоиы. 13 августа 1587 года было издано даже специальиое постановление: «Папа Сикст V прнказал и повелел, чтобы моиахи под каким бы то ни было предлогом не смелн ставнть комедни. А также чтобы не принималн в число братьев воров, иаемных убнйц н мошеиников, а также подобиых им лнчностей». Но домниканский орден не подчиинлся запрещеиию, обжаловал его как нарушеиие права убежища и добился его отмены. По-прежиему в образе моиахов бродили в моиастырях преследуемые законом. Надевалн под рясы паицнрн н вооружались тяжелымн иожамн и кинжаламн, уходя иа иочиые прнключения. И это несмотря на то, что иошеине оружия по неаполитаиским закоиам каралось смертью.

Много споров в стенах моиастырей было и по поводу догм свящеииого писаиия и по обрядам, церемониям церковной службы, и особеиио по поводу крайне распространеииого в Италии почитаиия всяческих фетишей, вроде крестов, статуй, кукол н нкои. Многие гуманнсты выступали против такого «папистского идолопоклонства». Джордаио было всего 18 лет, когда он после одиого из споров с братьямн выбросил из своей кельн образа святых. С этого, по-вндимому, и начался перелом в его воззрениях. Перелом, который привел его к полиому атензму. Бруно возненавидел свой орден, возненавидел все моиашество, весь клир, включая и папу. «Кто упомииает о моиахе, тот обозначает этнм словом суеверне, олицетворение скупости, жадности, воплощение лицемерия и как бы сочетанне всех пороков. Еслн хочешь выразить все это одним словом, скажи: «монах», — пнсал он.

Джордаио Бруио был бедеи. У него не было ии

покровителей, ни возможности покупать книги, ни места, где их держать. В монастырских кельях слишком часто бывали обыски, а читать светскую литературу монахам запрещалось. Выход был один: заполучив нужную книгу, молодой ноланец выучивал требуемое наизусть. При этом он постоянно укреплял свою природную память, развивая ее упражнениями по методу средневекового испанского философа Раймунда Луллия.

За одиннадцать лет пребывания в монастыре доминиканцев Джордано Бруно прошел все ступени учености и получил степень доктора богословия. Но вскоре после этого его вызывают в Рим по доносу, обвиняя в ереси. И тогда Бруно «покинул духовное звание, снял монашескую одежду и уехал».

С этого начинаются его скитания. Сначала по Италии, потом по Швейцарии, Англии. Ученый магистр много пишет, обличая тупость католических священнослужителей, жадность и разврат пап, нелепость католической религии вообще. Издает свои труды с помощью друзей в подпольных типографиях или анонимно. Он преподает в высших школах Франции: в Лионе и Тулузе, в Париже, привлекая на свои лекции массу студентов-протестантов. В Англии в Оксфорде он участвует в знаменитом диспуте с докторами теологии, блистательно защищая свое новое миропонимание, изложенное в книгах «Пир на пепле» и «О бесконечности, вселенной и мирах».

В документах, описывающих это событие, предмет диспута не назван. Но из слов самого Бруно понятно, что он защищал прежде всего правильность теории Коперника, известной в то время лишь немногим, и доказывал, что наш мир лишь ничтожная часть вселенной, в которой имеется множество других обитаемых миров, что звезды — это далекие Солнца, вокруг которых движутся иные Земли.

Бруно был одним из тех, кто поднял на щит имя Коперника, заставил думать о его теории, спорить о ней. Диспут в Оксфорде вынудил его бежать из Англии. Бруно переезжает в Германию, продолжая развивать свою идею пространственной бесконечности вселенной.

При этом ему не нужен бог. «И небесные тела, и

наша планета не являются чем-то застывшим — миры непрерывно возникают и разрушаются, через огромные промежутки времени меняется земная поверхность, моря превращаются в континенты, а континенты в моря».

И хотя сама идея бесконечности вселенной и бесчисленности обитаемых миров выдвигалась не раз и до того, эти гипотезы гибли как кратковременные ереси. Космология Бруно осталась в истории науки потому, что ее создатель опирался на новое учение Коперника, развивая его философские основы дальше.

«...Разумному и живому уму невозможно вообразить себе, чтобы все эти бесчисленные миры, которые столь же великолепны, как наш, или даже лучше его, были лишены обитателей, подобных нам или даже лучших».

Германия: Майнц, Висбаден, Марбург, университетский Виттенберг, оплот лютеранства. Потом Прага, Гельмштадт, Франкфурт-на-Майне... В 1589 году протестантский пастор суперинтендант Гельмштадта Гильберт Воеций отлучил Бруно от церкви, произнеся обычную лицемерную формулу:

«Любезные братья во Христе! Джордано-ноланец в течение долгого времени пребывал в грехе богохульства. Многократные увещевания словом божиим и наказания, налагаемые светской властью, не могли направить его к христианскому благочестию. Дабы паршивая овца не заразила все стадо господне, дабы соблазнительный пример не повредил всей христианской общине...» И так далее, и тому подобное.

Лютеранско-евангелическая церковь мало чем отличалась от католической. Теперь отлученный был лишен всяческого участия в общественных делах, кроме торговых операций. Ему запрещалось все. Во время церковной службы его в железном ошейнике и на цепи, как дикого зверя, должны были выводить на середину церкви и ставить на колени...

Едва собрав нужное количество денег, Бруно вместе со своим учеником Иеронимом Бесселером уезжают во Франкфурт. Но город отказал ему в праве гражданства и жительства. «Его прошение надлежит отклонить, — писал бургомистр на бумаге, поданной Бруно, — и пусть ему скажут, что он может тратить

свои гроши в другом месте». Изгнаииый из Франкфурта, где издавались его книги, он переезжает в Цюрих.

В 1590 году папа Сикст V, отравленный врагами, скончался. Начавшаяся в ночь его смерти буря положила основу для легенды о том, как дьявол явился за душой папы. В том же году Бруио в сопровождении книготорговцев переходит границу Венецианской области по горным тропам, возвращаясь в Италию...

Вот почтн и весь жизиеиный путь отважного ноланца, иепримиримого атеиста и пропагаидиста новых ндей. Дальше все шло обычно. Нашелся провокатор, выдавший себя за друга. В ночь с 22 иа 23 мая 1592 года Бруно предательски арестован мерзавцем, заманившнм его обманом в свой дом. И сутки спустя он уже был в тюрьме венецианской инквизнцин.

Восемь лет подвалов. Восемь лет допросов. Обряд отлучения н проклятия ие сломили духа Великого Еретика. Верный своему учению, своим взглядам, взошел он на костер на Кампо ди Фьоре — Площади Цветов, чтобы, окончиq жизнь, обрести бессмертие.

Склоним головы, дорогой читатель, перед его мужеством. И пожелаем себе, чтобы в трудную минуту и у нас хватнло также сил стоять за идеалы, которые мы исповедуем.

EPPUR SI MUOVE!

Галилео Галнлей был сыиом Винчеицо Галилея — известиого в Пизе спорщика, музыкаита и философа. Сын уиаследовал характер отца и в юности мечтал стать художником. Но живопнсцев в Италин — пруд пруди, музыкаитов и философов тоже... А вот врачей хороших... Люди же всегда имеют скверную привычку болеть. И когда болеют, то вместе с духом слабнут н завязкн их кошельков. Короче говоря, Виниченцо Галилей послал сыиа в университет изучать медициину.

Так бы, может, и вышел из него еще один безвестный последователь Гиппократа, если бы одиажды, пе-

репутав лн ауднторнн, или просто от иечего делать, ие забрел студент Галнлей на лекцию о геометрии Эвклида. Потрясенный стройностью и логичностью учения, молодой человек «заболел» математнкой. У студентов XVI века распнсанне занятий ие было столь перегружеииым, как в веке XX. И Галнлею хватало временн иа то, чтобы основательно позиакомиться с сочииениямн древних математиков и механиков. А когда во время богослужеиия, иаблюдая за качающейся люстрой, ои вдруг поиял закои качаиня маятннка, Асклепий навсегда потерял его из рядов своего воннства.

Когда Галнлею исполинлось двадцать пять лет, один нз многочислеииых Меднчн пристроил его на должиость преподавателя математикн. Молодой выпускннк уннверснтета с удовольствнем прниялся еще более глубоко нзучать труды древиих, толкуя их по примеру своих профессоров, только за более скромиое вознагражденне. Идн он дальше по этому протореииому путн, ие зиали бы мы сегодня его нмеин. Потому что не было бы в нсторнн учеиого Галилео Галнлея. Но как-то пришла ему в голову мысль проверить одно нз утвержденнй Аристотеля с помощью опыта. Мысль по тем временам совершеино безумиая. И конечно, Галилей иашел ошибку. Это доставило ему огромиое удовольствие. Слава богу, ошибок во взглядах Арнстотеля было предостаточио. И Галилей решнл нх нсправнть.

С этим решением роднлся в ием учеиый — человек, который превыше всего почитает служеиие истиие. Ведь учеиый — это ие должиость, даже ие звание. Учеиый — это призваине. И вовсе не такое уж это иитересиое дело — заинматься решеиием довольио запутанных вопросов. И вовсе ие обязательно каждый из посвятивших свою жизиь беззаветному служению иауке стаиовится Галилеем. Особеиио в наш век сугубого коллектнвизма в науке. Но для «ученого по прнзваиню» другой жнзии ие существует.

Галилей каждый раз нспытывал буквальио восторг, когда ему удавалось, разобравшись в той илн нной устоявшейся традициоииой коицепции, доказать ее ошибочиость и найти нстниные соотиошеиия «между вещамн». Когда ему удавалось улнчнть самого

Аристотеля или кого-либо из перипатетиков, он охотно делился с окружающими тем, что узнавал сам. Всегда с необыкновенной горячностью готов был отстаивать свою правоту.

В спорах он не только не знал устали, он разбивал противника так остроумно и доказательно, что скоро ни в Пизе, ни в Падуе, куда ему пришлось перебраться из-за сложной обстановки, созданной «благожелательными коллегами», не осталось для него соперников. Правда, не прибавила ему эта слава и друзей. Молодой Галилей горел сжигающими его идеями. Он не только, подобно Кеплеру, хотел во что бы то ни стало узнать истину о мире, но и жаждал возвестить ее людям.

Любое исследование, любой поиск падуанский профессор вел своим собственным экспериментально-математическим методом. Любой вывод должен опираться на уже доказанные положения. Сегодня такая истина может показаться азбучной. Но триста с лишним лет назад она была открытием. Собственно говоря, с Галилея начала развиваться настоящая физика...

Он разработал новый метод — метод опытного естествознания. От фактов Галилей шел к идеализации явления и лишь потом, через идеальную модель, к теории. Фактически он дал современную методологию эмпирического естествознания, построив для Ньютона целую совокупность моделей. Благодаря им Ньютон пришел ко многим своим открытиям, которые легли в основу современной картины мира.

Гениально задуманные опыты плюс великолепная интуиция выгодно отличали Галилео от его предшественников. Вы думаете, что, бросая с наклонной башни в Пизе деревянные и железные шары, каждый бы убедился в том, что все тела независимо от их тяжести имеют одно и то же ускорение в свободном падении?.. Ничуть не бывало.

Во-первых, Аристотель утверждал обратное, а во-вторых, результат опыта вовсе не был настолько очевидным, чтобы прямо из него можно было написать закон. Нет, нужно было еще иметь великолепное воображение... Нужно было быть Галилеем.

Еще острее должно было быть чувство предвиде-

ния, чтобы обосновать принцип инерции. И здесь приходилось выступать против авторитетов, и здесь доказывать новое, ненаглядное свойство тел сохранять состояние покоя или равномерного прямолинейного движения до тех пор, пока какая-нибудь приложенная к нему сила не изменит этого состояния...

Познакомившись с астрономией Коперника, Галилей стал страстным ее пропагандистом. В те годы система фромборкского каноника остро нуждалась в популяризации. Она настолько расходилась с данными науки того времени, не имея ни одного мало-мальски наглядного доказательства, что даже передовые люди не считали возможным принимать ее всерьез. Лекции Галилея собирали огромные массы слушателей. Из близлежащей Венеции приезжали в Падую даже многие знатные люди, чтобы послушать его рассуждения о гелиоцентризме...

Попробуйте вы, читатель, обремененный знаниями XX столетия, взять какую-нибудь старую, пусть позабытую, теорию по интересующему вас разделу науки, разберитесь в ней настолько, чтобы самостоятельно найти ошибки. Если это вас увлечет и вы почувствуете желание познакомиться с другой теорией, противоположной первой, или узнать подробности о самых последних точках зрения на этот счет, то это признак того, что карьера научного работника вам не противопоказана.

Галилей спорил, читал лекции, буквально проповедовал новую астрономию, переходя из самой большой в Падуанском университете аудитории под открытое небо, когда в помещении не хватало мест для слушателей. Ах, с какой неотразимой смелостью он говорил...

А смелость была нужна. Еще в 1597 году он писал в письме Кеплеру: «К мнению Коперника я пришел много лет перед сим и, исходя из него, нашел причины многих естественных явлений, далеко не объяснимых с помощью обычных гипотез. Написал многие соображения и опровержения противных аргументов, которые, впрочем, пустить в свет не решился, устрашенный судьбой учителя нашего Коперника. У немногих стяжал он бессмертную славу и бесчисленным множеством — ибо таково число глупцов — осмеян и освистан...»

Год от года все больше жара вкладывает Галилей в свои выступления, все менее осторожен он в выражениях. Растет число его врагов.

Между тем жалованье профессора математики заставляет желать много большего. Галилей уже не мальчик. В 1604 году, когда в созвездии Змееносца вспыхнула новая звезда, ему было сорок лет. Это уже не «крикун и спорщик», яростно нападающий на «бумажных философов». В активе ученого подробные исследования о машинах, в которых он исходит из общего принципа равновесия, совпадающего с принципом возможных перемещений. Написаны работы о законах свободного падения тел, о движении тел по наклонной плоскости и брошенных под углом к горизонту. Он проводит важные исследования прочности материалов... Исследовано, написано, открыто...

Но напрасно пытался бы пытливый читатель искать в архивах работы, опубликованные в счастливый падуанский период. Нет, о серьезной и кропотливой научной работе Галилея знали только его немногочисленные друзья. И не потому, что профессор Падуанского университета страдал излишней застенчивостью. Отнюдь. Дело в том, что большинство своих работ по динамике он считал незаконченными.

У Галилея много биографов. Автор должен признаться, что раньше образ ученого не вызывал у него особой симпатии. Молодость беспощадна и ортодоксальна в суждениях. Официальное, внушенное со школьных лет звание «мученика науки», которое сопровождало всегда имя Галилея, казалось несовместимым с отречением и покаянием старого профессора, вызванного на суд инквизиции в Рим. Юная душа автора кровожадно требовала от «мученика» смерти за идею в пламени костра, а не отречения. Преодолеть это чувство помогли годы и знакомство с Галилеем-человеком.

В 1609 году это был рослый, крепко сколоченый сорокапятилетний мужчина с отменным здоровьем, блестящими глазами и роскошной рыжей бородой. И занимался он не одной только наукой. Преподавательская нагрузка Галилея составляла один час в неделю. Тут времени должно было хватить не только на научные изыскания. И Галилей, говорят, не чуж-

дался благ мирских. Он любил вкусно поесть, не отказывался от кубка, охотно одевался в красивую одежду и даже, закройте глаза, благочестивые ханжи, имел троих детей, не будучи никогда официально женат. Галилей любил успех, и его выпало немало на долю этого жизнерадостного человека. А то, что он при случае мог прихвастнуть... ну так, во-первых, ему было чем, а во-вторых, он был настоящим итальянцем.

В 1609 году Галилей из письма французского посланника узнал об изобретении в далекой северной Голландии удивительного «снаряда, способного приближать отдаленные предметы». В том же письме прилагалось и описание указанного снаряда, сделанное корреспондентом «со слов очевидца». Пробовали вы когда-нибудь воспользоваться свидетельством «очевидца»? Если нет — ваше счастье. Построить подзорную трубу по описанию посланника было не легче, чем разобраться в принципе действия пылесоса, пользуясь инструкцией по эксплуатации. Правда, не каждый владелец пылесоса Галилей. Падуанский профессор все-таки отшлифовал стекла в своей мастерской и собрал из них зрительную трубу, которая приближала... в три раза.

Подумаешь, скажет искушенный читатель: театральный бинокль! И будет прав, тем более что качество изображения у современного театрального бинокля во сто крат выше, чем у трубы Галилея. Разница заключается в том, что профессор соорудил первую в Италии трубу. И она показалась падуанцам чудом. Когда Галилей поднимался на башню, чтобы полюбоваться с помощью «удивительного снаряда» видом, очередь к окуляру типа очкового стеклышка выстраивалась не меньшая, чем сегодня на Выставке достижений народного хозяйства к новому космическому кораблю.

Приехавший гонец от Венецианского совета весьма прозрачно намекнул, что совет был бы не прочь получить сей инструмент. И Галилей широким жестом тут же вручил свою трубу гонцу, не преминув заметить, что «изобретение» стоило ему многих трудов и что он самолично «вывел его из тайных правил перспективы». Можно усомниться в искренности профес-

сора. Но сказывалась некая всеобщая склонность к хвастовству, столь обычная и столь же мало осуждаемая в счастливые времена Возрождения. Сказывалось и слишком маленькое жалованье...

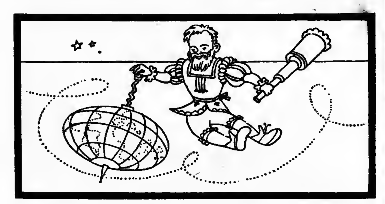
Вторая труба Галилея увеличивала уже в восемь раз. И вот тут-то ему и пришла в голову великолепная идея: посмотреть через «снаряд сей» на небо. То, что открылось его взору, было поразительным. Согласно Аристотелю Луна должна была быть гладким шаром, а она оказалась изрытой кратерами и загроможденной горами. Венера показала фазы такие же, какие наблюдались и у Луны. Это доказывало, что орбита Венеры лежит ближе к Солнцу, чем земной путь, и подтверждало теорию Коперника. Наконец, Млечный Путь рассыпался на мириады звезд, разрушив версию о своем туманном составе.

Наконец-то сферы Аристотеля, замыкавшие мир, лопнули, как гнилые скорлупки, открыв взору человечества бесконечность вселенной. Впрочем, человечество, держась за спасительный консерватизм, смотреть в телескоп на звезды не торопилось. И когда веселый рыжебородый великан предлагал ученым-коллегам убедиться в правдивости его слов, то часть, безусловно более благоразумная, отказывалась, а те, кто был не в силах противостоять искушению, заглядывали одним глазком, отскакивали, крестились... А потом уходили задумчивые, бросая осторожные взгляды на здание, где заседали обычно члены конгрегации святой инквизиции.

«Посмеемся, мой Кеплер, великой глупости людской. Что сказать о первых философах здешней гимназии, которые с каким-то упорством аспида, несмотря на тысячекратное приглашение, не хотели даже взглянуть ни на планеты, ни на Луну, ни на телескоп. Поистине как у кого нет ушей, тот не услышит, так и у этих глаза закрыты для света истины. Замечательно, но меня не дивит. Этот род людей думает, что философия какая-то книга, как «Энеида» или «Одиссея», что истину надо искать не в мире, не в природе, а в сличении текстов. Почему не могу посмеяться вместе с тобой? Как громко расхохотался бы ты, если бы слышал, что толковал против меня в присутствии великого герцога Тосканского первый ученый здешней

гимназии, как силился он логическнмн аргументами как бы магическнми прельщеииями отозвать и удалить с неба новые планеты...»

В телескоп, увелнчивающий в трндцать раз, Галилей открыл спутники Юпитера — четыре маленькнх звезды, обращающиеся вокруг планеты наподобие того, как все планеты вместе обращаются вокруг Солнца. Впервые люди получили возможность увндеть как бы модель системы Копериика. Галилей хотел продать титулы новых звезд сначала королю Франции, потом папе. Кажется, и тот и другой от дорогостоящих небесных почестей отказалнсь. И тогда, устав «от университетов, от чтеиия лекций, от преподаваиия, от квартирующнх у него студеитов; ему надоели длии-



ные маитни, которые он высмеивал в сатирических поэмах... от душной и мелочиой атмосферы Падуи...», Галилей переезжает на родину, сначала в Пизу, а затем во Флоренцию, прииняв титул «первого философа и математика» светлейшего великого герцога Тоскаиского. Готовясь покинуть Падую и перейти на службу к Флорентийскому герцогу Козимо Медичи, Галилей назвал в конце концов спутники Юпитера Медицийскими звездамн. Однако трудно сказать, это ли помогло его карьере.

Ои миого обещал герцогу: «...две книги о системе Вселеииой, обшнриое сочииение, включающее Философию, Астрономию и Геометрию; затем три книгн о двнжеиии, три книги о статике, две о демонстрации

принципов, одну о проблемах, а также книги о звуке и речи, о свете и цвете, о приливах и отливах, о составлении непривычных величин (то есть о методе дифференциального исчисления, открытого, или, вернее, изобретенного век спустя Лейбницем и Ньютоном независимо друг от друга), о движении животных и о военном искусстве». Интересы Галилея были весьма разносторонни. Но для выполнения всех замыслов ему нужны были покой, свободное время, поддержка влиятельного лица и хорошее жалованье.

Герцог Козимо II встретил своего первого философа и математика водопадом щедростей. Галилей получил золотую цепь как знак высокого достоинства и почти все, о чем просил. Популярность его достигла зенита. Работами ученого зачитывались знатные приближенные герцога; князь Чези, основатель Академии рысьеглазых, сделал Галилея членом этого общества. Даже генерал-инквизитор кардинал Беллармини, будущий папа Урбан VIII, относился к нему благосклонно. Сам папа Павел V не без удовольствия внимал ему. Словом, положению его можно было позавидовать.

И зависть, эта малопочтенная дама, не заставила себя долго ждать. Зависть всегда пропорциональна славе. Именно в эти годы возникает в канцелярии инквизиции тайное досье на Галилея. Священники в проповедях стали нападать на него, открыто называя его поддержку Коперникова учения ересью. Галилей резко отвечал, приводил несокрушимые доводы в пользу новой системы мира. Стал писать публичные письма, в которых сравнивал и сопоставлял священное писание и науку. «Святой дух учит нас тому, как попасть на небо, а не тому, как это небо устроено», — заявлял Галилей, чувствуя за спиной поддержку сильных мира сего.

В 1632 году во Флоренции вышла книга «Диалог Галилео Галилея, члена академии Линчеи, экстраординарного математика Пизанского университета и первого философа и математика светлейшего Великого герцога Тосканского, в котором в беседе в течение четырех дней велось обсуждение по поводу двух основных систем мира Птолемеевой и Коперниковой, предлагались неокончательные философские и физи-

ческие аргументы как с одной, так и с другой стороны». Книга содержала критику учения перипатетиков о существовании в мире двух субстанций: элементной — земной и небесной, о коренном различии этих субстанций.

Написанный по-латыни, для людей ученых, и по-итальянски, для широкого круга читателей, «Диалог» прямо с предисловия начинался прямым выпадом против инквизиции. Текст книги содержал массу подробных популярных и очень остроумных рассуждений, убедительно объясняющих систему Коперника. И если книгу Коперника почти никто не понимал, то изложение его системы Галилеем явилось настоящим откровением. Враги Галилея уверили папу Урбана VIII, что под видом простака перипатетика Симпличио Галилей вывел его самого — христианского пастыря и наместника апостола Павла. Папа обиделся. Книгу конфисковали, а семидесятилетнего Галилея вызвали в Рим. Начался процесс...

22 июня 1633 года он закончился. Галилей должен был подписать отречение «от своего еретического учения». Галилей должен был принести покаяние и обещать смиренно «доносить инквизиции о всех тех, которые будут ему (учению) следовать». Галилей выслушал приговор о пожизненном заключении.

Люди неохотно расстаются с голубыми обликами своих героев. Потому, наверное, и существует красивая гипотеза, будто, поднимаясь с колен в церкви Santa Maria sopra Minerva, Галилей топнул ногой и вскричал: «Eppur si muove!», что означает «И все-таки она вертится!». Есть даже картина, написанная художником, на которой гордый Галилей повергает в смятение прелатов своими словами. Увы, это только легенда. Старый и немощный Галилей уже не годился в борцы. Возраст сломил его, не дав, подобно Джордано Бруно, бросить судьям в лицо: «Подписывая мое осуждение от имени бога милосердного, вы дрожите от страха более, чем я, идущий на костер».

Нет, Галилей не произнес гневных и гордых слов перед судом неправым. По словам Бертрана Рассела, «произнес это не Галилей, а весь мир».

Удалось ли церкви гнусным спектаклем сломить дух ученого? Девять лет жил после суда Галилей.

Жил «узннком нnквизнцни», без права общення и бесед с кем-лнбо о двнжении Земли, без права печатать что-лнбо вообще. Здоровье его пошатнулось. Но мысль была еще «слишком живой для столь иемощиого тела». И ои иачинает работу над большой киигой «Беседы н математические доказательства, касающнеся двух иовых отраслей иаукн, относящихся к механнке и местному движеиню». Это была серьезиая работа, подводящая нтоги его физнческнм изысканням, нсследоваииям ускореиного движения, упругости и обоснованию исчнслення бесконечно малых.

Мешает старость. Галилей слепнет. Сиачала на один глаз, а потом и иа другой. «Увы! Ваш вериый друг и слуга полиостью н непоправимо ослеп. Этн иебеса, эта Земля, эта Вселенная, которую я вопрекн представлениям прежних веков своими наблюденнями в тысячу раз увелнчнл, для меня теперь сжалась в узкую нору, которую я сам занимаю», — горестно диктует он своему ученнку Вивиаии.

8 января 1642 года велнкнй ученый скоичался. «Смертный одр его окружали: сыи Вниченцо, невестка, два ученнка, Вивиаин и Торричелли, местный священник и два постояиных представнтеля инквнзиции». Даже слепой, даже отрекшийся от своего учення, он был страшеи церкви. Святые отцы поиимали, что, иесмотря иа внешиее смиреиие, дух великого ученого и великого еретика сломлеи ие был.

Рене Декарт (Картезий)

Если Коперннк — основоположиик новой картииы мнра, если Галнлей — создатель механики как учення о движеннн н равиовеснн в этом мнре, то Декарт — осиователь представлеиия о мнре, о вселеиной как об огромиой машиие, однажды запущенной богом и продолжающей с тех пор вертеться по законам механнкн без всякой божьей помощи.

Отпрыск стариниой фраицузской фамилии, Реие Декарт иачал свою учебу в коллегни иезуитов, по

окончании которой согласно традициям поступнл на военную службу. Шестнадцати лет он уже офицер, ведущий рассеянную жнзнь современной ему молодежн.

Тридцати трех лет он уходит из армии и, не оставив никому адреса, скрывается в тнхой Голландии. Здесь он ведет уединенную жизнь, нзучает философию древних авторов и размышляет. Он занят разработкой нового, собственного взгляда на науку, на ее метод. Декарт убежден в первенстве интуиции. В том, что общие закономерности природы могут быть установлены с помощью логикн н математики. Он отодвигает опыт на второй плаи «как вспомогательное средство дедуктивной мысли».

Декарт блестяще владел математикой. И если до него геометрия служила лишь инструментом познания Эвклидова пространства и находящихся в нем объемов, если вавилоно-индийско-арабская алгебра существовала лишь как отдельная наука, то именно Декарт объединил их в аналнтнческую геометрию. Он ввел в практику систему прямоугольных координат x и y, которые позволили составлять алгебраические уравнения для любых кривых, что, в свою очередь, подготовило почву для создания в дальнейшем дифференциального нсчнсления.

Отвергнув взгляды классической философии, он прншел к представлению о существованнн двух различных миров: мира материи с единственно реальны-

ми определяющими ее качествами — протяженностью и движением, и мира души и разума. Материю Декарт представлял себе мертвой, неодухотворенной, способной лишь механически обмениваться движением с другой материей при соприкосновении. Вдохнуть же первоначальную жизнь, дать первый толчок должен был бог. Декарт вовсе не хотел ссоры с церковью и потому постарался, чтобы его система не хуже Аристотелевой доказывала существование бога.

Прогуливаясь по тихим берегам голландских каналов, философ наблюдал, как течет вода, завиваясь у плотин в мелкие водовороты, затягивающие листья и травинки на дно... «Не так ли образовался и мир? — думал он. — Бог создал из ничего некоторое количество материи, придал ей толчком начальное движение, но потом...» И под пером Декарта рождается великолепная картина того, как возник мир.

Безграничное пространство, заполненное материей и невидимым эфиром, находится первоначально в состоянии полного хаоса. Но вот возникают вихри. Вихри наподобие центрифуг сортируют материю: крупные зерна отходят к крупным, мелкие — к мелким. В дальнейшем из грубых форм образовались планеты и кометы. Из более мелких, сглаженных взаимным трением, — жидкости и небеса. Из самых мелких — Солнце и звезды...

Вихри, вихри, не оттого ли и движения планет вокруг центрального светила происходят по замкнутым путям? В схеме вихрей Декарта не оставалось места для постоянно присутствовавшего бога. Картина мира была столь наглядной после путаных толкований перипатетиков и так хорошо защищена от теологических обвинений, что получила широкое распространение. И как ни прятался от мира французский философ, как ни скрывал часто меняющиеся места своего жительства, переписываясь с одним лишь Мерсенном — «почтовым ящиком европейской науки», исчезнуть из поля зрения церкви ему не удалось. Хорошо, что он выбрал протестантскую Голландию. В католической Франции ему уже давно бы не поздоровилось. С ростом популярности его имени начинают просыпаться и протестантские пасторы, обвиняя Де-

карта в атеизме. Философ встревожен. Еще не остыли угли от костров Сервета и Джордано Бруно, мать Кеплера осуждена как колдунья, Галилей вызван в Рим на суд инквизиции.

Декарт уже собирался послать свою работу «Рассуждение о методе» отцу Мерсенну, когда узнал об осуждении и отречении Галилея. «Это меня так поразило, что я почти решил сжечь все мои бумаги или, по крайней мере, не показывать их никому; ...признаюсь, если движение Земли есть ложь, то ложь и все основания моей философии, ибо они явно ведут к тому же заключению», — писал он своему корреспонденту. Лишь четыре года спустя в голландских книгоиздательствах выходит это сочинение Декарта с изложением сути его взглядов.

Если позволить себе вольность и задаться целью кратко и энергично изложить основы того, к чему призывал Декарт, то начать можно так: в своей работе философ убеждал: «Сомневайтесь! Сомневайтесь, черт вас побери, а не верьте на слово никаким авторитетам! Думайте сами! Человек может полагаться только на свои умственные способности!» И еще: «Для того, чтобы познать истину, нужно один раз в жизни все подвергнуть сомнению насколько это возможно».

Идеи Декарта настолько быстро распространялись в местных университетах, что протестантские профессора пришли в ярость. Главный пастор в Утрехте некто Воеций, читатель помнит это имя еще по делу Джордано Бруно, даже сделал карьеру на травле философов. Воеций был профессором Утрехтского университета, совмещая просвещение умов со службой богу. Он устраивает шумные демонстрации против взглядов Декарта, шествия студентов с криками, свистом и рукоплесканиями, которыми в те годы выгоняли со сцены провалившихся актеров.

Став ректором университета, Воеций сумел добиться вызова Декарта в суд. В Утрехте звонили колокола, а напечатанный текст вызова читали глашатаи и вывешивали на стенах домов. Декарт в суд не явился. Впрочем, Воеций все равно был доволен. Он готовился заочно осудить философа на изгнание из провинции, на штраф и уже собирал книги Декарта, чтобы развести костер.

Декарту пришлось искать защиты у влиятельных людей. «Меня уверяют, — писал он принцу Оранскому, — что Воеций вошел даже в переговоры с палачом, дабы тот развел костер как можно больше, чтобы пламя было видно издали...» Вмешательство вельмож прекратило комедию. Декарт не хотел открытого конфликта с религией. Его способ сглаживания острых углов, связанных со священным писанием, чрезвычайно остроумен. Бог создал мир, учит писание. Декарт и не покушается на подобное утверждение. Но после акта творения, говорит он, развивая исходный пункт философии, господь устранился и более не вмешивается в дела самоизменяющейся природы.

«Таким образом, Рене Декарт первым попытался отделить науку от религии. Отныне люди могли проводить свои исследования, не боясь церкви. Конечно, если они в работах не задевали теологических вопросов».

Однако покоя в Голландии Декарту больше не было. И он принимает предложение шведской королевы Христины переехать к ней. Суровый северный климат оказался непригодным для слабого здоровья философа. Он простудился, заболел воспалением легких и умер на пятьдесят четвертом году жизни.

Космологические идеи Декарта, или Картезия, как он подписывал свои сочинения на латинский манер, сегодня почти забыты. Несмотря на обилие математических формул и опытных данных, его система представляла собой не более чем мечту, чем «миф о том, чем могла бы быть новая наука». Но она помогла вытеснить обветшавшую систему средневековых схоластов из университетов Европы. Декарт первым выдвинул тезис о справедливости законов природы, ибо их сотворил бог. Такая точка зрения долгие годы владела умами ученых различных стран. Ее придерживался и Ньютон и его современники, считая, что все они ищут великие законы, установленные богом и лишь еще не открытые людьми.

Декарт говорил о развитии вселенной. Выступил против вековой традиции метафизики, утверждавшей постоянство и неизменность природы «от сотворения до страшного суда». Фактически Декарт

едва ли не первым после Демокрита, жнвшего в V веке до нашей эры, попытался рассмотреть не только строение, но и развитие мира.

Пройдет время, и науку о происхождеини и развитни отдельиых иебесиых тел стаиут иазывать космогонией. Сиачала космогонисты займутся развитием Земли, потом Солнца и его системы. А там придет черед и других звезд: двойных и тройных, кратных систем и звездных скоплений, наконец, галактнк — гнгантских архипелагов звезд наподобне Млечного Пути. И все теории, все космогоническне гипотезы станут как бы ступеньками длиииой лестницы, ведущей к заветной, крепко запертой двери храма природы. К дверн, к которой стремнмся и мы с вамн, любезный читатель, и за которой скрываются уже не частн, не отдельные куски вселенной, а вся она. Тогда возннкнет настоящая наука, изучающая вселенную в целом, — космология. И никогда не нужно забывать о том, что первым человеком, разглядевшим эту дверь в коице длииного марша, был Реие Декарт, который «...восстановив с основаиия фнлософню, открыв смертным к проникновенню путь новый, верный и прочный, одно оставил в неизвестностн: скромности в нем было больше илн знаиий...». Этн слова выбиты на надгробии мыслителя. Давайте остановимся рядом и чуть помолчим...

Исаак Ньютон

Ньютон родился через год после смерти Галнлея н через сто лет после смерти Коперника. В день его рождения, 5 января 1643 года, Декарту было 47 лет. Жил Декарт в Голландии, и слава его гремела по Европе. Рождение Ньютона прошло совсем иезаметно. Во-первых, случилось это в маленькой деревушке Вулсторп, во-вторых, радости особой ближиим не принесло. Ибо отец будущего математика (тоже Исаак Ньютои) скончался до рождения сына, оставив

молодую вдову беременной и с весьма скудными средствами. Время же было тревожным. «Железнобокие» — так называли крестьян, собравшихся под предводительством Кромвеля в парламентскую армию — лупили во славу будущего прогресса «кавалеров» — верных защитников старых феодальных порядков и короля Карла I.

В год победы буржуазной революции Исааку было шесть лет. Вместе с бабушкой, у которой он воспитывался, мальчик радовался тому, что палата лордов была распущена, хотя и не понимал, почему надо было радоваться. И горевал по поводу казни короля, также не понимая еще, чем уж так ему близок Карл I...

Еще шесть лет спустя, окончив сельскую школу. Ньютон отправляется в ближайший городок Грэнтэм, где начинает посещать школу учителя Генри Стокса. Однако вначале учится он из рук вон плохо. Слабый физически и неловкий, Исаак постоянная жертва мальчишек. Он сторонится общих нгр, не принимает участия в шалостях и проказах, не умеет нн драться, ни дать сдачи. Это жестоко уязвляло самолюбие мальчишки. Постепенно Исаак приходит к мысли о необходимости если не силой, то успехами в учебе изменить свое положение в классе. Самолюбие плюс тумаки сделали свое дело. В конце концов он становится лучшим учеником и избавляется от унизительной роли козла отпущения. Ньютон всегда любил рисовать, но теперь он больше времени отдает чтению, наблюдая явления природы, размышляет над виденным. Исключительное прнлежание и знакомство с принципамн фнлософии Бэкона и Декарта в изложении учителя Генрн Стокса толкают его на то, чтобы попробовать на опыте убедиться в справедливости собственных мыслей. В шестнадцать лет ставит он свой первый эксперимент: пытаясь определить силу ветра, юноша прыгает, разбежавшись, по ветру и против него и потом тщательно измеряет длину прыжка...

Мать Исаака, овдовев вторично, решает взять сына из школы и приспособить для ведения дел на ферме. Что ж, собрав немудреный багаж и раздарив свои рисунки, Исаак прощается с маленькой воспи-

танницей аптекаря, к которой вроде бы питал признаки нежных чувств, и возвращается в Вулсторп. Однако на ферме помощи от него было мало. Этот парень предпочитал книгу лопате, а решение математических задач далеко уводило молодого фермера от подсчета доходов хозяйства.

Примерно в то же время, после смерти Кромвеля, начинается наступление реакции. Республику отменили. Двухпалатный парламент, состоящий из палаты лордов и палаты общин, истосковавшись без королевской власти, срочно посылает за Карлом II, сыном казненного короля. Впрочем, Англии на королей никогда не везло. Карл II заигрывал с пуританами, тайно покровительствуя католикам. А залу заседаний

совета предпочитал лабораторию, где развлекался наукой. «Каков поп, таков и приход», — говорит русская поговорка. Но она отлично подходит и для английского короля. Так, лорд, хранитель печати Гилфорд, увлекается изготовлением барометров. Первый министр короля Бэкингем, махнув рукой на политику, интриги и возлюбленных, запирается в своем кабинете, чтобы развлечься химическими опытами. Аристократы шлифуют линзы... Наука стала модой!

Существует мнение, что учителю Генри Стоксу удалось уговорить мамашу Исаака отпустить сына обратно в школу для подготовки к поступлению в университет. Немалую роль сыграл и дядюшка Исаака — преподобный Эйскоу, член одного из кол-

леджей. Так или иначе в 1661 году, славном для английской науки, Исаак Ньютон поступает в Тринити-колледж в Кембридже. Этот же год ознаменовался созданием знаменитого Лондонского королевского общества, в которое объединилась группа любителей натуральной философии.

Уже в первые годы обучения Исаак Ньютон из прилежного и аккуратного субсайзера — так называли неимущих студентов, обучавшихся бесплатно, — быстро превращается в человека с исключительной самостоятельностью мышления. Он много занимается математикой, изучает оптику, наблюдает небесные светила. Привыкнув к скромному достатку, Исаак лишь изредка позволяет себе участие в студенческой пирушке и партию в карты... Некоторые биографы упрекают его даже в скупости, недоумевая по поводу полного равнодушия к девицам... Впрочем, молодой человек рано решает посвятить себя университетской карьере. А по сохранившимся средневековым традициям, члены колледжей должны оставаться холостыми. Таким образом, Ньютон на всю жизнь избавляется как от романтических грез, так и от матримониальных устремлений, выиграв тем самым массу свободного времени и нерастраченных сил для будущих споров.

В 1664 году в Лондоне вспыхивает эпидемия чумы. Все, кто только мог, бежали из города, спасаясь от заразы. Уезжает в тихий Вулсторп и Ньютон. Чума 1664 года была великим бедствием для Англии, но как представить, что было бы, не случись у Ньютона этого вынужденного двухгодичного «творческого отпуска»?.. Именно там, в деревенской глуши, молодой философ обдумал и разработал все те идеи, которые приходили ему в голову в Тринити-колледже. В Вулсторпе создал он свой знаменитый анализ бесконечно малых, названный им методом флюксий. Сегодня мы, пользуясь терминологией Лейбница, называем этот математический аппарат дифференциальным исчислением. Позже, когда Ньютон станет уже признанным ученым, возникнет между ним и Лейбницем долгая тяжба, полная колкостей, упреков и взаимных оскорблений по поводу приоритета в создании этого метода. Но это потом, в Лондоне. Пока

же Ньютон полон мыслей. А когда у человека много идей, он не всегда заботится о приоритете. Он экспериментирует с оптическими приборами, шлифует линзы и зеркала. Закладываются основы его взглядов на природу света. Здесь же возникают у Ньютона и первые мысли о проблеме всемирного тяготения — идеи, нашедшие свое завершение позже в замечательном труде, названном им «Математические начала натуральной философии». Академик С. Вавилов писал в биографии Исаака Ньютона: «в вулсторпские чумные годы Ньютон создал программу всей дальнейшей своей основной научной работы и в значительной мере ее осуществил».

Как полезно, когда не бывает великих открытий

Между изданием Галилеева «Диалога» и Ньютоновых «Начал» прошло немногим более полувека. За это время в астрономии не было сделано ни одного особенно значительного открытия. И тем не менее именно в этот период старое, отжившее аристотелевское представление о мире, замкнутом скорлупой сфер, взорванное Коперником, Бруно, Галилеем, умерло окончательно, тихо и безвозвратно.

Любознательный читатель вправе спросить: почему финал длительной битвы идей падает на столь скучное время? Но не зря писал философ Гегель, что самое счастливое время то, о котором не пишут в учебниках истории. Попробуем разобраться. Прежде всего усилиями Кеплера и Галилея, Декарта, Бэкона и многих других система Коперника к этому периоду перестала быть сенсацией. Утихли страсти. Рассеялась скандальная атмосфера. Даже сама святая католическая церковь стала втихомолку пользоваться богопротивной теорией, дабы уточнить сроки наступления церковных праздников и подремонтировать календарь. Система Коперника стала рабочей гипотезой науки, проникнув во все страны.

В 1657 году ученый, иеромонах, филолог и проповедник Епифаний Славинецкий, «в философии и богословии изящный дидаскал, искуснейший в еллиногреческом и славянском диалектах», был вызван из Киева в Москву для «риторического учения» и перевода греческих книг. Сохранились сведения, что в числе божественных сочинений перевел иеромонах на русский язык и шеститомное сочинение голландского математика и астронома Иоганна Блеу, содержащее изложение Коперниковой системы. Это первое, правда, не очень достоверное свидетельство о проникновении к нам в Россию нового мировоззрения. Переводчик назвал свой труд «Позорище всея вселенной». Слово «позорище» применено здесь в смысле «обозрение». Рукопись света не увидела. То ли сам благочинный перепугался изложенных в ней идей, то ли подсказали ему вовремя доброхоты из духовной братии. И все-таки это был первый проблеск наступавшей зари для просыпающейся после многолетнего татаро-монгольского ига России.

Не менее важным является и то, что, утомившись от общих рассуждений, люди стали интересоваться тем, что может дать наука практически. Такой перемене во взглядах весьма способствовала предприимчивая и развивающаяся буржуазия.

В астрономии совершенствуются методы наблюдений, улучшаются инструменты, уточняются таблицы движения планет. Данцигский бургомистр, астроном-любитель Ян Гевелий издает прекрасно иллюстрированную «Селенографию» — описание Луны. Люди с удивлением знакомятся с лунными Апеннинами и Альпами, с Морем Ясности и Морем Спокойствия. Из идеального аристотелевского тела Луна окончательно превратилась в планету подобную Земле.

Астроном Джованни Доменико Кассини, работавший в Париже, открыл вращение Марса и Юпитера. Но если планеты землеподобны, то почему отказать во вращении и Земле? Не есть ли это подтверждение опять-таки богопротивной, но мудрой Коперниковой теории?

Французские астрономы произвели важные работы по определению расстояний от Луны, Солнца и ближайших планет. Диаметр солнечной системы,

ограиичеиный орбитой Сатурна — «высочайшей планеты», достиг почти трех миллиардов километров. Цифра просто невероятная... А тут еще датчанин Олаф Ремер, наблюдая затмения спутников Юпитера, вычислил величину скорости света, равную почти тремстам тысячам километров в секунду.

В общем, коиечно, открытия были, но открытия явно прикладиого характера. Была и еще одна задача, попытки решения которой сыграли большую роль в развитии астрономии.

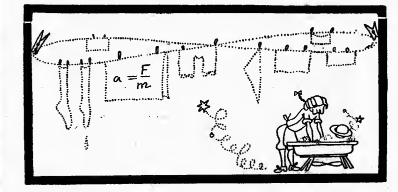
В XVII веке все еще нет метода точного определения такой важной координаты на поверхности Земли, как долгота. Между тем колониальные устремления развитых стран требовалн надежиости морских перевозок. И впервые в нстории для решения научиой задачи сами государства выиуждены создавать научные учреждення. И не только создавать, но н фииаисировать н поощрять... В 1667 году для уточнеиия земных коордииат при помощи наблюдеиия небесиых светил создается королевская обсерватория в Париже, восемь лет спустя — в Гринвиче, затем в Петербурге, в 1725 году.

Первым директором Гринвичской обсерватории был назначен Джон Флемстид, трудолюбивый и добросовестный наблюдатель, обладавший, по мнению современников, невероятно нудиым характером. Король Карл II от щедрот своих подарнл новому директору пышный титул «Королевский Астроном», скомпенсировав расточительность королевской душн за счет более чем скромного жалования... Англичане большие любители традиций. Желая сохраиить пышиый стариниый тнтул за директором Гринвичской обсерватории по сей деиь, они со временем увелнчили его денежный эквивалент. Должность стала не только почетной, но н выгодиой. Традиция родилась...

В задачу первого королевского астронома входило: «прилагать наибольшее старание и усердие к исправлеиию таблиц небесных движений н положеиий иеподвижных звезд и точно так же находнть столь желаиные долготы мест для усовершенствования искусства навигации».

Наказ, правда, помог мало. И несколько лет спустя, отчаявшись получить решение «столь желаемой»

задачи, английскнй парламент по предложеиию Ньютона объявляет коикурс иа разработку наиболее точиого метода определения долготы на море. Причем за ошибку ие более 0,25 градуса (примерно 30 миль) назначена премия в 20 тысяч фуитов стерлиигов — сумма по тем времеиам весьма виушительная. Позже были назначены еще две премии за меиее точные решеиия: 15 тысяч фунтов при ошибке в 40 миль и 10 тысяч фуитов при ошибке в 60 миль. Окончательно решеиа была эта задача лишь в XIX веке, когда сначала русский штурман М. А. Акимов, а потом француз Сент-Илер предложили совремеиный способ совместного определеиия широты и долготы места, удобный в судовых условиях.



Этот пример иесколько меняет существующее мнение о скромной деятельностн Ньютона в парламенте. Обычно приията считать, будто бы занятый своими мыслями Исаак Ньютон сидел на заседаниях палаты безучастно и лишь однажды взял слово. Получив торжественное разрешеиие председателя, ученый скромно попросил служителя закрыть окио, нз которого дуло. После этого он снова погрузился в свои думы.

Это, конечно, анекдот. И автор склонен думать, что придумали его аигличане, желающие создать вокруг имеии Ньютоиа ореол иеобыкновенностн.

Решение многих проблем того времени упиралось в вопрос о силе, управляющей движеииямн плаиет, движеииями вообще и свободиым падеиием тел в ча-

стности. Людям позарез нужен был хотя бы один количественный закон природы, позволяющий от разговоров вообще перейти к конкретным действиям.

Кеплер обработал результаты наблюдений Тихо Браге и своими законами сформулировал условия задачи, которую нужно было решить.

Затем Галилей установил принципы-правила, по которым задача о вожделенной силе должна была решаться. Гюйгенс, разработав теорию маятника, показал путь для наиболее простого ее решения. И тогда Ньютон ее решил, дав миру закон всемирного тяготения.

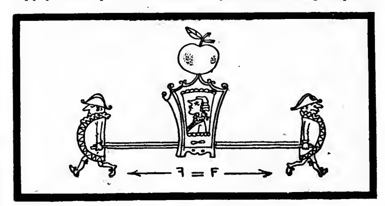
Интересно, что Ньютон и Гюйгенс, хорошо зная работы друг друга, долгое время не были знакомы. Их первая встреча произошла весьма курьезно. Гюйгенс приехал в Лондон и был приглашен выступить на заседании Королевского общества с докладом. Получил аналогичное предложение и Ньютон. Оба, как нарочно, выбрали самые неудачные темы своих сообщений. Так, Гюйгенс в присутствии Ньютона изложил свою ошибочную теорию тяготения. Ньютон же, в свою очередь, продемонстрировал неверные результаты измерений двойного лучепреломления в исландском шпате. (Следует помнить, что именно Гюйгенс был автором великолепной теории двойного лучепреломления.) Понятно, что после обмена такими докладами оба расстались, так и не испытав чувства взаимной симпатии.

Яблоко Ньютона

Случилось яблоку, упавши, перервать
Глубокие Ньютона размышленья,
И говорят, не стану отвечать
За мудрецов догадки и ученья,
Нашел он этим способ доказать
Весьма наглядно силу притяженья.
С паденьем, стало быть и с яблоком, лишь он
Был в силах справиться с адамовых времен.

Так писал Байрон. Анекдот о яблоке знают все. Но как связать падающий с ветки плод с сухой формулой закона?

Рассказ о яблоке имеет некоторую степень достоверности. Современник Ньютона Стекелей писал в конце жизни: «После обеда погода была жаркая; мы перешли в сад и пили чай под тенью нескольких яблонь; были только мы вдвоем. Между прочим, сэр Исаак сказал мне, что точно в такой же обстановке он находился, когда впервые ему пришла в голову мысль о тяготении. Она была вызвана падением яблока, когда он сидел, погрузившись в думы. Почему яблоко всегда падает отвесно, подумал он про себя, почему не в сторону, а всегда к центру Земли? Должна существовать притягательная сила в материи, сосредоточенная в центре Земли. Если материя тянет другую материю, то должна существовать пропорци-



ональность ее количеству. Поэтому яблоко притягивает Землю так же, как Земля — яблоко. Должна, следовательно, существовать сила, подобная той, которую мы называем тяжестью, простирающаяся по всей вселенной...»

«Этот рассказ мало кому был известен, — пишет академик Вавилов, — но зато весь мир узнал похожий на анекдот пересказ Вольтера, слыхавшего об этом случае от племянницы Ньютона». Вольтеровская байка имела успех. И скоро предприимчивые наследники стали показывать яблоню, послужившую «главным поводом» появления «Начал» — великого произведения Ньютона, ставшего на долгие годы библией новой науки.

Весьма существенными были для разрабатываемой Ньютоном теории мысли, высказанные итальянцем Борелли в 1666 году. Борелли изучал движение спутников Юпитера и пришел к выводу, что хотя небесные тела и притягиваются, несомненно, друг к другу, однако вращательное движение вызывает в них некоторое стремление, направленное прочь от центра вращения. И если оба эти стремления равны друг другу, то спутники будут двигаться вокруг планеты, находясь всегда на одном расстоянии. Точно так же двигались планеты и вокруг Солнца...

Предположим, рассуждал Борелли, что планета находится на таком расстоянии от Солнца и движется с такой скоростью, что стремление от центра (сегодня мы называем его экономно «центробежной силой») меньше силы притяжения. Тогда планета начнет приближаться к светилу по спирали, пока обе силы не уравновесятся. Но вот, по инерции, открытой Галилеем, планета проскочила нейтральную орбиту и приблизилась к Солнцу ближе положенного. Сохранившаяся скорость движения заставит центробежную силу преодолеть притяжение. И планета снова начнет удаляться от светила по спирали...

В гипотезе Борелли нет ни строчки математических доказательств. Он просто постулирует существование силы притяжения и из нее логически выводит криволинейное движение планеты. Ньютона такой картезианский метод не удовлетворял. Прекрасный математик, он отдавал предпочтение количественным исследованиям. Вырвавшись из плена Декартовой философии, Ньютон выдвинул тезис «Гипотез не измышляю» и принялся считать.

Один из немногочисленных друзей Ньютона, астроном Эдмунд Галлей, рассказывал, что проблемой силы тяжести в связи с движением планет интересовались в то время многие. Самому Галлею в 1683 году удалось из третьего закона Кеплера вывести убывание тяжести с расстоянием по закону обратных квадратов. Однако получить эллиптическую орбиту движения светил он никак не смог. Однажды Галлей встретился в лондонской кофейне с архитектором Реном, строителем знаменитого собора святого Павла в Лондоне, и небезызвестным Робертом Гуком — фи-

зиком, математиком, экспериментатором и теоретиком, вечно бурлящим тысячей идей и ни одну из них не доводящим до конца. Разговор зашел о науке, о научных проблемах. Оказалось, что все трое отдали немало времени и сил одной и той же задаче. И никто успехом похвастаться не мог. Тогда Рен, самый богатый из всех троих, чисто в английском вкусе предложил на пари выплатить премию тому, кто докажет, что под действием силы тяжести, убывающей обратно пропорционально квадрату расстояний, движение небесных тел должно совершаться по эллиптическим орбитам. Однако ни дух соревнования, ни заманчивое предложение Рена к успеху не привели.

Как-то, зайдя к Ньютону, Галлей рассказал тому о споре и пари, заключенном в кофейне. А когда через некоторое время случай снова привел молодого астронома в Кембридж, Ньютон сообщил ему, что решение задачи у него в руках. Ровно через месяц Галлей получил от Ньютона рукопись краткого мемуара «О движении». По просьбе Ньютона мемуар этот не был напечатан в журнале Королевского общества, но его зарегистрировали на случай споров о приоритете.

Обстановка в Англии той эпохи была сложной. После смерти короля Карла II обострилась борьба партий. И Ньютону, имевшему покровителей как в одной партии, так и в другой, приходилось быть крайне осторожным. Он вообще не любил споров. И тем не менее судьба уготовила ему путь, на котором ни один его самостоятельный шаг не обходился без дискуссии.

Работая над вопросами тяготения, Ньютон много внимания уделял теории движения Луны. Это очень сложная математическая задача, потому что на ночное светило действовала не только сила притяжения Земли, но и притяжение Солнца. В математике эта задача известна как знаменитая «проблема трех тел». Имеются три большие массы, обладающие известными начальными скоростями, известным образом расположенные в пространстве, требуется определить их дальнейшее движение.

Несмотря на кажущуюся простоту, полное решение этой задачи получить чрезвычайно трудно.

Для проверки итогов вычислений Ньютону нужны были результаты наблюдений Луны. И он не раз обращался с просьбой к Флемстиду, наблюдавшему ночное светило. Однако упрямый и желчный королевский астроном вовсе не был намерен потакать «причудам мистера Ньютона», как он неоднократно выражался. Это приводило к осложнениям и неприятным ссорам.

Ньютон думал упорно. Отбросив все, он сосредоточил всю свою могучую умственную энергию на вопросе о движении Луны. Как-то Ньютон даже пожаловался Галлею, что от лунной теории у него болит голова и что она так часто заставляет его просыпаться, что он хотел бы никогда о ней не думать. В конце концов Галлей, чтобы помочь своему другу, без ведома Флемстида опубликовал результаты его наблюдений, заслужив небезосновательно прозвище «злонамеренного похитителя», которым наградил его королевский астроном. Зато Ньютон смог закончить работу над «Началами». Именно благодаря таблицам Флемстида Ньютон убедился в том, что величина ускорения движения Луны и ускорение падения тел у поверхности Земли очень хорошо согласуются с законом изменения силы тяготения в зависимости от квадрата расстояния. Это позволило сделать решающий вывод: сила, из-за которой падают тела на Земле, и сила, заставляющая ночное светило стремительно обращаться вокруг нашей планеты, — одна и та же.

Теперь три основных закона механики, равно как и закон всемирного тяготения, стали универсальными для Земли и неба. Год спустя после появления краткого мемуара «о движении» в большой степени благодаря убеждениям и уговорам Галлея появилась сначала рукопись, а затем и первая книга манускрипта, названного Ньютоном «Математические начала натуральной философии».

— Сэр Исаак разработал руду, которую я откопал, — ядовито, хотя и не без горечи, заметил Флемстид.

— Если он откопал руду, то я смастерил из нее золотое кольцо, — отпарировал Ньютон, который, несмотря на нелюбовь к спорам, еще меньше любил,

когда о его работе отзывались без должного уважения и последнее слово оставалось за противником.

Ньютоновы «Начала» были удивительной книгой. «По убедительности аргументации, подкрепленной физическими доказательствами, книга эта не имеет себе равных во всей истории наук, — пишет Дж. Бернал. — В математическом отношении ее можно сравнить только с «Элементами» Эвклида, а по глубине физического анализа и влиянию на идеи того времени — только с «Происхождением видов» Дарвина».

Одним из важнейших общих философских выводов из ее содержания являлось то, что законы природы универсальны как для земных, так и для небесных объектов. Принципы Ньютона без дополнительных условий, гипотез и допущений объясняли движения тел в космосе и на Земле. Тогда как Декарту для объяснения тех же явлений требовалась гипотеза существования вихрей, а следовательно, и эфира. Физика Ньютона была строже и стройнее физики Декарта.

Вселенная сэра Исаака и был ли Ньютон ньютонианцем

По выходе «Начал» слава Ньютона стала общепризнанной, а авторитет непререкаем. Его труд фактически подвел итог всей науке о простейших формах движения материи за тысячу лет. Противоречивые и путаные гипотезы он заменил строгим и ясным математическим доказательством, давая схему для решения любых задач, будь то астрономия или прикладная механика. Его закон всемирного тяготения обосновал коперниковскую схему строения солнечной системы и позволил вычислять полную орбиту любого тела, обращающегося вокруг Солнца, даже в том случае, когда наблюдатель мог видеть лишь часть точек, отмечающих местонахождение небесного тела.

Так Галлей вычислил вытянутую орбиту кометы и период ее обращения вокруг Солнца, пользуясь законами Ньютона. И словно для того чтобы подтвердить славу ученого, небесное тело появилось снова в предсказанный срок через шестнадцать лет после смерти самого Галлея.

Для своего труда Ньютон сохранил классическое название Декарта: «Начала философии», скромно сузив его до «Математических начал...». Однако в самой работе он подверг суровой критике господствовавшую в его время расплывчатую картезианскую «философию гипотез». Ньютон не раз говорил о своем желании построить физику по образу и подобию геометрии. То есть на основе точно сформулированных и не нуждающихся в доказательстве аксиом-принципов вывести математическим путем все необходимые теоремы и леммы. О том, что в самих принципах кроются элементы гипотез, сэр Исаак умалчивал.

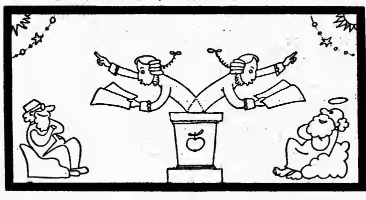
Этот могучий метод построения теории куда более несокрушимый, нежели метод построения теории на гипотезах. Гипотезы рождаются и умирают, заменяются новыми. Принципы же могут лишь дополняться и совершенствоваться.

Эти идеи, подхваченные ньютонианцами, едва не возвели творца закона всемирного притяжения в аристотелевский ранг, породив стремление к аксиоматичности. Мы еще встретимся с такой тенденцией и в космологии.

С самого момента выхода «Начал» между сторонниками нового метода и картезианцами возникли ожесточенные споры. Вот что писал об этой битве идей Вольтер, немало сделавший в области популяризации идей Ньютона на континенте.

«Если француз приедет в Лондон, он найдет здесь большое различие в философии, а также во многих других вопросах. В Париже он оставил мир полный вещества, здесь он находит его пустым. В Париже Вселенная заполнена эфирными вихрями, тогда как тут, в том же пространстве, действуют невидимые силы. У картезианцев все достигается давлением, что, по правде говоря, не вполне ясно, у ньютонианцев все достигается притяжением, что, однако, не намного яснее».

Ньютон применил свой закон к мириадам звезд, совершающих свой ежесуточный круговорот на ночном небе. И родилось требование равномерного распределения звезд в пространстве. Любое местное скопление в соответствии с законом притяжения оказывалось бы неустойчивым. Силы притяжения обязаны собрать звезды такого скопления в одну кучу... Затем условие равномерного распределения звезд требует и их бесконечного количества. Представим себе на минутку, что число звезд ограничено. Тогда внешние, самые дальние звезды будут испытывать силу притяжения только со стороны небесных тел, расположенных внутри скопления. А это значит, что уже не какие-то местные группировки, а все звезды все-



ленной должны собраться воедино... Допущение же бесконечного количества звезд требовало и бесконечного пространства, вмещающего их.

Как же представлял себе устройство мира Ньютон? Об этом пишет он в своих «Началах», заключая раздел «Определения» «Поучением», ставшим с тех пор едва ли не одним из самых знаменитых разделов книги. Начинает он с понятий о пространстве и времени.

«I. Абсолютное, истинное, математическое время само по себе и по самой своей сущности, без всякого отношения к чему-либо внешнему протекает равномерно и иначе называется длительностью. Относительное, кажущееся или обыденное время есть или

точная, или изменчивая, постигаемая чувствами, внешняя, совершаемая при посредстве какого-либо движения мера продолжительности, употребляемая в обыденной жизни вместо истинного математического времени, как то: час, день, месяц, год.

II. Абсолютное пространство по самой своей сущности, безотносительно к чему бы то ни было внешнему, остается всегда одинаковым и неподвижным».

Сложная концепция, породившая в будущем немало споров. С одной стороны, это материализм — Ньютон полностью признает объективное существование пространства и времени. С другой — абсолютный характер обеих категорий, не связанный с реальными явлениями и материей, отдает дань метафизике.

Третья книга «Начал» посвящена изложению учения о системе мира. Она подводит последнюю черту под новым мировоззрением, установленным Коперником. Ньютон облекает свои доказательства и утверждения в строгую математическую форму, доступную лишь немногим истинным ученым, чтобы избежать пересудов тех, «кто, недостаточно поняв начальные положения... и не отбросив привычных им в продолжение многих лет предрассудков, не вовлек бы дело в пререкания».

Однако в предпосланных изложению девяти гипотезах Ньютон четко ставит точки над «и».

«...ГИПОТЕЗА IV. **Центр системы мира** находится в покое, это признается всеми, между тем как **одни полагают**, что Солнце находится в центре, другие — что Земля.

...ГИПОТЕЗА VI. Пять главных планет: Меркурий, Венера, Марс, Юпитер, Сатурн — охватывают своими орбитами Солнце».

Так родилась вселенная Ньютона — бесконечная в пространстве, равномерно заполненная материей и... бесконечная во времени. Правда, во времени, лишь направленном в будущее, а не в прошлое. В прошлом существовал бог-творец. Если продолжить космологический принцип в прошлое, господь останется безработным. Это Ньютона не устраивало. И так ему немало досталось и от Лейбница, и от всей верноподданной своему кумиру немецкой партии за то, что

его бог, как и бог Декарта, лишь творец, не вмешивающийся в работу мировой машины.

Ньютон был глубоко религиозным человеком. Своим званием ученого богослова он гордился больше, чем титулом блестящего математика и философа, считая своими главными трудами довольно многочисленные богословские трактаты. Трактаты, которые сегодня если и имеют ценность, то лишь историческую. Впрочем, такое заблуждение об истинности своего призвания довольно распространенное явление в истории.

Победе строгого метода Ньютона над картезианским вольнодумством немало способствовало то обстоятельство, что подъем свободомыслия, порожденный Возрождением, ко времени жизни Ньютона иссяк. Развивающемуся капитализму больше всего нужны были компромиссы: буржуазии с дворянством, республики с монархией, науки с религией... Богословские ортодоксы пошли на уступки, допустив вселенную Ньютона. Но и наука должна была поступиться, позволив религии использовать научные результаты для подтверждения сущности бога. Ретивые последователи великого англичанина поспешили воспользоваться утверждениями и авторитетом автора «Начал».

Пространство и время бесконечны? Хорошо, значит, они не связаны с материей, они «надматериальны» — читай «божественны».

Эфир и вихри Декарта — ложь? Еще лучше! Значит, силы, движущие материю, передаются через пустоту без всякого материального носителя. А это могло означать только промысел божий... И так далее.

Вряд ли можно винить Ньютона в реакционных выводах ньютонианцев. Его натуральная философия поддерживала не только реакционные бредни, но и свободомыслие Вольтера, и атеизм французских материалистов. Фарадей знал наизусть знаменитое письмо Ньютона к епископу Бентли и частенько его цитировал. В этом письме ученый точно отвечает богослову, что не склонен приписывать действие сил притяжения на расстоянии проявлению божественного участия. «...Тяготение должно причиняться некоторым деятелем, действующим согласно определенным законам. Какой это деятель — материальный или нема-

териальиый, — я предоставил размышлеиию читателя».

О том же говорнт он и в «Общем поучеиин», которым заканчивается третья книга «Начал»: «...до сих пор я нзъяснял иебесиые явлеиия и приливы иаших морей на основаинн силы тяготеиия, но я не указывал прнчины самого тяготеиия... Причнну... я до снх пор не мог вывестн из явлеиий, гипотез же я ие измышляю».

Ломоносов прямо заявнл: «Невтон притягательиых снл не признавал при жизии и сделался их рачителем после смерти усилнями учеииков».

А «ученики» вовсю приспосабливали «Принципы» к прославлеиию бога. И ие только ученики.

> О ты, пространством бескоиечный,
> Живой в движеньи вещества,
> Теченьем времеин предвечный,
> Без лиц, в трех лицах божества, —

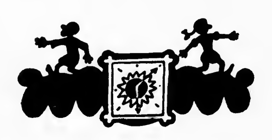
писал Державии в своей оде «Бог». А дабы у читателя не оставалось сомненнй в философском смысле написанного, поэт снабжает оду примечаиием: «Автор, кроме богословского православной иашей веры поиятия, разумел тут три лица метафизнческие, то есть бескоиечиое пространство, беспрерывную жизнь в движеиин вещества и иескончаемое течеине времеии, кон бог в себе совмещает».

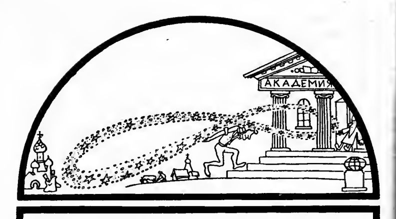
Ну как не признать блистательиостн этого нзложеиия «совершеиного космологического прииципа» XVIII столетия!

Такнм образом, ньютоновские принципы питали самые различиые точки зрення. Но для нас важио одио: с помощью Ньютона утвердилось понятие вечиой и бескоиечиой вселеиной, подчииеиной законам плоского эвклидова пространства с его тремя нзмереииями. Таковой стала картииа мира в конце первого периода иового естествозиаиня, который, по словам Эигельса, «закаичивается в областн иеорганического мира Ньютоном».

часть вторая

УСПЕХИ И СОМНЕНИЯ





глава четвертая

в которой автор, продолжая ломиться в открытые двери, доказывает бесконечность вселенной. Однако проницательный читатель, которому это и так давно ясно, знакомится на протоптанной дороге доказательств с интересными людьми и потому не остается внакладе

В XVIII веке интерес к науке вырвался из границ стран, пытавшихся монополизировать эту форму общественного сознания, и покатился, покатился по всему белому свету. Скоро уже ни один королевский, ни один императорский, царский или, на худой конец, курфюрстовский двор и думать не мог о престиже, не имея собственной Академии наук. Тем более что стоило это не так дорого.

Оплачивали академиков скудно и нерегулярно. Больше получал тот, кто фокусами да торжественными одами умел привлечь к себе внимание монархов. Пословица «кто платит, тот заказывает и музыку» двести лет назад уже была верна. И все-таки это был колоссальный шаг вперед; нет, не шаг, тройной прыжок... Особенно бурно стала развиваться наука в новых, только что созданных академиях.

В 1701 году велением царя Петра I в Москве была создана Навигацкая школа — первое российское

учебное заведение, в котором обучались будущие штурманы и геодезисты. Здесь же была построена и первая астрономическая обсерватория, в которой дворянские недоросли впервые услышали о гелиоцентрической системе Коперника и законах Ньютона.

Некогда, оценивая роль Ньютона в мировой науке, английский поэт Александр Поп написал знаменитое двустишие, которое переводилось бесчисленное количество раз и всегда по-разному. В оригинале оно выглядит так:

> Nature and nature's laws lay hid in night.
> **God said «Let Newton be!» And all was light.**

По словам академика С. Вавилова, другой академик, геолог А. П. Павлов, перевел его на русский язык таким образом:

> Природы строй, ее закон в предвечной тьме таился,
> И бог сказал: «Явись, Ньютон!» И всюду свет разлился.

Эти строки еще всплывут в истории космологии, чтобы отметить успехи науки XX столетия. Но пока автор хочет напомнить читателям первый перифраз двустишия, сделанный Михаилом Васильевичем Ломоносовым, который характеризует как раз интересующее нас время.

> Россия мглой была покрыта много лет.
> Бог рек: «Да будет Петр!» И бысть в России свет!

Новые веяния, как обычно, встречались сначала со злобным шипением, а потом и с открытым сопротивлением реакционных кругов, цепляющихся за старое житие. Даже в 1719 году в Санкт-Петербурге издается еще книга, трактующая систему мира по Птолемею. Называлось это сочинение: «Земноводного круга краткое описание, через Ягана Гибнера собранное». В этом «кратком описании» есть довольно достопримечательные строки: «...понеже именно во священной библии написано, что Солнце течет вкруг, а Земля недвижима, того ради священному писанию больше в том верить надлежит, нежели человеческому мнению. Сей же аргумент особливо славный датский математик Тихо Браге хранил, чему и до-

ные все согласуются, которые священному писанию неохотно прекословят».

Против гелиоцентрического учения восставали не только попы, монахи да дьяконы с архимандритами. Немало людей просвещенных было глубоко убеждено в том, что правду о природе нечего открывать «подлому люду». Дескать, от оного лишь смущение в умах и душах незрелых происходит.

Мир в руках Ломоносова

В 1724 году учреждена была Петром I Санкт-Питербурхская де сьянс академия. Развитие науки четко стояло одним из пунктов в плане преобразования России. Правда, штатное расписание вновь созданного научного учреждения пришлось сначала заполнить приглашенными иностранцами. Однако, если учесть, что наряду с некоторым количеством прохвостов и очковтирателей в число первых профессоров академии были приглашены такие выдающиеся фигуры, как Л. Эйлер, Д. Бернулли, Г. Бильфингер, Ж. Делиль, приверженность «царя-плотника» к иностранным учителям можно простить.

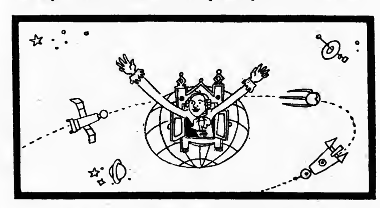
В 1741 году вернулся из Германии в Петербург студент академии Михайло Ломоносов. Позади — годы учения, споры, в которых крепло мировоззрение первого русского академика.

Нелегко было пробиться Ломоносову сквозь плотную толпу иноземцев, заполнивших академию. Положение усугублялось еще тем, что к этому времени в Петербургской академии уже не осталось видных физиков. Знаменитые немцы по окончании контракта удалились в любезный фатерланд, не оставив после себя школы. Ломоносов оказался почти в одиночестве перед огромным количеством самых разнообразных физических и химических задач. Более того, он был первым русским академиком и в области астрономии, геологии, географии, истории, экономики и фи-

лологии, где также громоздились проблемы, которые необходимо было решить.

Требования времени плюс выдающаяся одаренность Михаила Васильевича Ломоносова сделали из его ученого-энциклопедиста, несмотря на то, что этот тип людей был уже весьма редким в XVIII веке. Приумножение богатств отечества, слава его и облегчение труда и жизни народа своего — вот стимулы, заставлявшие Ломоносова браться за решение самых разнообразных вопросов. Их выдвигало бурное экономическое и культурное развитие России, развитие самой науки...

Примерно с 1748 года налаживается переписка между Ломоносовым и Эйлером, прославленным ма-



тематиком и президентом Берлинской академии. Эйлер дал высокую оценку трудам Ломоносова: «Все сии сочинения не токмо хороши, но и превосходны, ибо он изъясняет физические и химические материи, самые нужные и трудные, кои совсем неизвестны и невозможны были к истолкованию самым остроумным людям, с таким основательством, что я совсем уверен в точности его доказательств. При сем случае я должен отдать справедливость Ломоносову, что он одарован самым счастливым остроумием для объяснения явлений физических и химических».

Год спустя, словно подтверждая мнение Эйлера, в одном из писем к нему Ломоносов формулирует, по сути дела, всеобщий закон сохранения материи:

«...все встречающиеся в природе изменения происходят так, что ежели к чему-либо нечто прибавилось, то это отнимается у чего-то другого...» Мировая наука многим обязана выдающемуся ученому-энциклопедисту.

Примечательны взгляды Михаила Васильевича на развитие природы во времени. Согласно библии Земля и все, что на ней существует, сотворены богом в том виде, в каком пребывают и в настоящее время. Ломоносов же, наблюдая переменные звезды на небе, рассуждает, что ежели в глубинах вселенной происходят изменения, то можно ли столь ничтожную планету, как Земля, считать неизменной?..

Свою позицию по отношению к великому спору между Коперниковой и Птолемеевой системами Михаил Васильевич решает сразу, окончательно и бесповоротно, определив ее в своих не без яда написанных виршах:

> Случились вместе два астронома в пиру
> И спорили весьма между собой в жару.
> Один твердил: Земля, вертясь, круг Солнца ходит;
> Другой, что Солнце все с собой планеты водит.
> Один Коперник был, другой был Птоломей.
> Тут повар все решил усмешкою своей.
> Хозяин спрашивал: ты звезд теченье знаешь?
> Скажи, как ты о сем сомненьи рассуждаешь?
> Он дал такой ответ: что в том Коперник прав,
> Я правду докажу, на Солнце не бывав.
> Кто видел простака из поваров такого,
> Который бы вертел очаг вокруг жаркого?..

Именно деятельность Ломоносова и передовых ученых из числа академиков послужила тому, что уже в начале второй половины XVIII века учение Коперника было положено в основу преподавания не только во всех военных и гражданских учебных заведениях России, но и в духовных... Пожалуй, как ни в одной стране проснулся у нас интерес к астрономии. Целая плеяда отечественных выдающихся астрономов ознаменовала этот период. И трудно сказать, не труды ли первых русских астрономов, не их ли беспокойная, пытливая душа, переданные нам с вами, читатель, в наследство, подтолкнули в 1957 году первый советский спутник, в 1961-м — первого советского космонавта, в 1970-м — первый луноход и замеча-

тельную серию полетов советских автоматических космических станций к Венере, в 1971-м — первую орбитальную станцию «Салют»?..

Жаль, что успехи освоения космического пространства, строительство самых больших телескопов в мире не являются темой нашей книжки. Но наша задача — вселенная. Необъятная, вечная и бесконечная. Единственным светочем в ее мраке является пока закон всемирного тяготения, сформулированный Исааком Ньютоном.

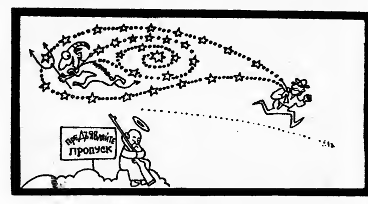
Вселенная как система — первые спекуляции

Вселенная Ньютона требовала обязательно равномерного распределения бесчисленных звезд в бесконечном пространстве. Между тем достаточно было взглянуть на небо ясной ночью, и каждый мог убедиться в том, что это вовсе не так. Созвездия, звездные скопления и «пустые» черные промежутки давали картину хаотичную и весьма далекую от равномерности. Не допускал ли Ньютон где-то ошибки в своих рассуждениях?

Такая мысль приходила в голову многим, несмотря на давление ньютоновского авторитета. Жил в ту пору (как раз в середине XVIII столетия) в Швеции, в городе Стокгольме, некий господин Эммануил Сведенборг. Жил «без всякой определенной профессии, на свои собственные, довольно значительные средства». Сначала увлекался Сведенборг натуральной философией. Изучал минералы, занимался кристаллографией. И труды его сыграли определенную роль для развития этих наук.

Но вот беда. Задумался Сведенборг о вещах более тонких, более таинственных, чем творения природы. Заинтересовался он сначала душой человеческой, а потом и тем, куда отправляется душа, покинув бренное тело. И можно ли наладить связь с душами, лишенными земных оболочек. Короче гово-

ря, ударнлся господин Сведенборг в мнстику. Открыл в себе невероятные способности медиума и стал раздавать направо и иалево полезные советы. Так, вдове голландского послаииика прн дворе шведского короля кредиторы предъявили довольио зиачнтельный иск. Покойник был легкомыслеи, говорнли онн, и много задолжал... Сведеиборг тут же пришел иа помощь иесчастной женщнне. Он снесся с миром духов и, побеседовав с покойным супругом, выяснил у того местонахожденне тайннка, в котором лежалн распнскн кредиторов в полученнн денег. Скандал был грандиозный. Мошенников ругали иа всем Европейском континенте. Правда, брать деньгн в долг ннкто после этого не перестал.



В следующий раз Сведеиборг, находясь в Готенбурге, расположеииом милях в пятнадцати от Стокгольма «увидел» внутренннм взором пожар в столице н предупреднл о нем окружающих.

Слухн о способностях шведского медиума ходнли самые иевероятные. Помогало этому немало и то обстоятельство, что сам Сведенборг, коиечно из скромности н человеколюбня, тайны нз этого ннкакой не делал. Получая сведення о потустороннем мнре из первых рук, он с удовольствнем сочинял объемистые тома о своих виденнях и комментарни к ним. Его мнстнческая фнлософня прнобрела большую популярность как средн соотечественииков, так н за граиицей.

Не довольствуясь написанным капитальным мемуаром «Опыт философии и минералогии», он создает восьмитомный труд «Тайны неба». «Восемь томов, наполненных безумием», — охарактеризовал этот труд Кант. Но среди множества бредовых идей высказал Эммануил Сведенборг и весьма любопытную мысль. Озирая звездное небо с толстым швом Млечного Пути, он заявил, что весь видимый мир звезд есть единая динамическая система. Притом-де таких систем может быть во вселенной не одна и не две, а неисчислимое количество, поскольку бесконечность мира сомнению подлежать не может...

Любопытно, правда? Общая концепция сэра Исаака приобретает какие-то конкретные черты. К сожалению, навеяны эти мысли впервые были мистическими устремлениями и, не подкрепленные никакими конкретными доводами, являлись типичным примером спекуляции. И тем не менее отметить крупицу здравого смысла даже в мистических бреднях всегда полезно. Вдруг она пустит корни и разовьется? Тем более что Сведенборг начал свои заигрывания с нечистой силой уже после того, как высказал описанную выше идею.

Примерно в то же время, пятью годами позже Сведенборга, заинтересовался строением звездного мира Томас Райт. Это был сын плотника из маленького местечка Байерс Грин близ Дергама. Самоучкой Том Райт выбился в астрономы. И здесь ему принадлежат несколько оригинальных исследований и гипотез. Так, исследуя кольца Сатурна, он весьма определенно высказался за то, что они состоят из твердых частиц. Напомним, что в то время на этот счет существовали весьма различные мнения. Одни считали кольца состоящими из жидкости, другие из газа...

Наблюдая ночное небо, Райт выдвинул гипотезу, получившую в Англии название «теории жернова». По мнению Райта, Млечный Путь вместе с окружающими его звездами представляет собой мощный диск, диаметр которого намного больше толщины. А поскольку Солнце со всем своим семейством находится неподалеку от центра этого диска, то люди видят скопление звезд как бы в разрезе. Потому и

опоясывает Млечный Путь все земное небо. Млечный Путь — просто направление вдоль большого диаметра «жернова»; направление, в котором огромное количество звезд сливается в невообразимой дали в бледное молочное сияние.

В 1755 году типографии Кенигсберга печатают малозаметную анонимную работу под длинным и обстоятельным немецким названием: «Всеобщая естественная история и теория неба». Правда, света этот труд сначала так и не увидел. Издатель обанкротился, и его книжный склад был опечатан властями. Позже сам автор этой работы потерял интерес к натурфилософии, а его более поздние сочинения заслонили эту скромную брошюру. Она легла на полки архивов, пережив свое время в неизвестности. Прошло сто лет. Неудачливый автор ее — приват-доцент Кенигсбергского университета вырос в памяти людей и превратился в фигуру величайшего философа, творца нового учения о познании Иммануила Канта. И только в середине XIX столетия вспомнило человечество о его ранней работе. Вспомнило, восхитилось и, как обычно, запоздало затянуло аллилуйю...

Иммануил Кант — натурфилософ

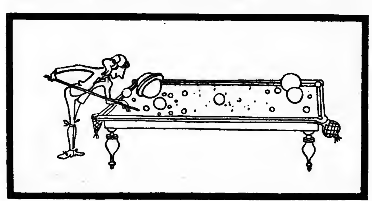
Говоря о Канте, нужно немного вспомнить обстановку, в которой жил и мыслил этот скромный и великий человек.

Родившись в семье зажиточного шорника, мальчик рано лишился матери. Девяти лет его отдали в коллегию Фридриха. Иммануил был первым учеником. Однако ни авторитетом, ни популярностью у ребят не пользовался. Он был крайне хил, застенчив, рассеян и забывчив. Восьмилетнее пребывание в школе привило Канту ненависть к собственному детству, к школе — «религиозной казарме мрачного фанатиз-

ма» — и серьезные познаиия в латииском языке и лнтературе.

Затем последовал уннверситет. Отец ии единым грошом ие помогал сыну. Впрочем, в эти годы жнзнь Канта ничем не отличается от жнзии прочнх буршей. Вместе с товарнщами он сннмает комнату. Имеет один сюртук на тронх. Увлекается бильярдом. Прнчем достнгает в игре такого искусства, что временами подрабатывает им на жизнь. Его интересы коицентрируются в осиовиом вокруг математикн и естествознання, которые в то время являлись составиой частью фнлософни.

После уииверснтета Каит решает посвятить себя науке. Однако бедиость помешала ему вступить сразу



на путь академической деятельности. И ои девять лет служит гувериером в различиых домах Кеннгсберга. Лншь в 1755 году, на тридцать втором году своей жизни, попадает он в Кенигсбергский университет в качестве прнват-доцеита.

Начало лекций Канта привлекало довольно много слушателей. И ои иадеялся на быстрое продвнженне. Но, увы... «Кто посвятнл себя Кеиигсбергскому уннверснтету, тот тем самым дал обет бедности», — говарнвал коллега Каита профессор Краус. И слова его ие расходились с истниным положеннем вещей.

Чтобы вести сиосиый образ жнзии, Кант был выиужден иабнрать невероятиое колнчество лекционной

нагрузки. Он чнтал одиовременно логику, математику, метафнзнку, механику, теоретнческую физику, физическую географню, общую естественную историю, арнфметнку, геометрню и трнгонометрню... По тридцать четыре — трндцать шесть часов лекцнй в неделю. Нагрузка даже по сегодняшннм временам чудовнщная. В то же время благодаря еще одной должности библнотекаря дворцовой библнотекн он успевал быть в курсе всех философских теченнй и новостей.

XVIII век был веком расцвета скептнцнзма. Если Декарт, Бэкон и Спиноза, проповедуя сомненне, верили в беспредельные возможностн разума, старались отыскать правильный метод прнменення его безграничных потенций, то современник Ньютона Джон Локк утверждал, что границы познання заложены уже в самом человеке. Постепенно развнвающееся сомнение привело к отрнцанию самой возможностн познания. Познание не может проннкнуть в область причин, вызывающнх наблюдаемые явлення, таково было скептнческое заключение философнн ко времени Канта.

В Кенигсберге жил тогда Иоганн Георг Гаман, одаренный человек, самоучка, получнвший отрывочное образованне. Сделав противоречия и путаннцу собственной жизни отправной точкой философии, он учил, что любое знание, любая философня — не что нное, как заблужденне. Он призывал поставнть на место знания — веру, веру прнродную, веру невинного детского сердца... Подобная философня, не требующая от человека никаких усилий, всегда была популярной. И Иоганн Гаман добивается признания вместе с титулом северного мага.

Во Францни в то же время пнсал Жан-Жак Руссо. Глубокая безнравственность н циничность образованной частн французского общества на фоне угнетення и всеобщего народного бедствия заставили этого философа усомнnться в достоинствах культуры. И хотя его «научное образованне было недостаточно, его философское мышленне — поверхностно, его логнка — невыдержанна», он с таким чарующнм красноречнем прнзывал человечество отвернуться от разума, вернуться назад к прнроде, к прнродному равен-

ству, которое гарантировало бы каждому неприкосновениость его первоначальиого права, что покорял умы и сердца.

Из Англин доносился до Канта голос Давида Юма, утверждавшего, что закон причинности основывается на чувстве, а не иа размышленни. И следовательно, любое познание природы основывается не на зиаиии, а на вере в свон ощущения.

Эти волны скептицизма не могли ие оставить следа на взглядах молодого философа. В жизни Канта, как и в его творчестве, биографы различают два периода. Первый, так называемый докрнтнческий, период был посвящен натурфнлософии. Здесь отправной точкой фнлософни Канта явнлось допущение бога иа роль творца и признанне ньютоиовского причииного механизма дальнейшего развития мнра. Так коиечное стремлеиие Ньютона и Лейбница примирить науку с религией явилось начальным пунктом натурфилософии Канта докрнтического периода.

В 1754 году он пишет две короткие статьи, предваряющие появление его «Всеобщей естественной истории и теории неба». Первая называлась: «Испытала ли Земля в своем вращеиии вокруг оси иекоторые измеиеиия с первых времен своего возиикновения?» И дает положительный ответ иа поставлеииый вопрос. Вторая статья была иазваиа короче: «Стареет ли Земля?» И в ней тоже содержалось «да».

О чем бы ни писал в этнх произведениях Каит: о постепенном ли замедлеиии вращения Земли в связи с приливами, об изменеиии ее формы под действием разрушительиых сил вод и вулканов или о закономерности старения, разрушеиня и смерти как норме природы, он стоит целиком на позициях материализма, проповедуя ндею развнтия космоса. Даже не подозревая того сам, Каит изъясияется на языке диалектнкн, говоря о превращеиии количественного накоплеиия в новое качество.

Закаичивая упомянутые выше статьи, Кант подходит вплотиую к вопросу «о первоиачальиом состоянии природы», «о происхождении мировых тел» и обещает в самое ближайшее время опубликовать «космогоиию, или попытку вывести на осиовании теорнн Ньютона пронсхождение мироздаиия, образо-

вание небесных тел и причины их движения из всеобщих законов движения материи». И он выполняет это свое обещание, хотя и не подписывает злополучное сочинение.

Исходным пунктом кантовской космогонии послужили две особенности, присущие нашей планетной системе: 1) обращение всех известных ему планет и их спутников в одном направлении и 2) относительная пустота межпланетного пространства.

Все планеты и их спутники, известные в те времена, вращались вокруг своей оси и обращались вокруг Солнца в том же направлении, в котором вращается вокруг своей оси и само Солнце. Разве это не указывает, спрашивает Кант, на общность причины, создавшей эту особенность? Отсутствие зримой материи в межпланетном пространстве, а следовательно, и отсутствие материальных связей между небесными телами побудили Ньютона отказаться от объяснения физических причин движения планет, и он ввел бога. Кант пошел по генетическому пути. Допуская бога в качестве изначальной «общей причины», он рассматривает вселенную в процессе развития свободной от божественного вмешательства.

Такой компромисс, называемый в философии деизмом, в XVIII веке был широко распространен среди мыслителей как в Западной Европе, так и в России.

Кант считал, что сначала, после акта творения, не было ничего, кроме «бездны вечности», наполненной бесчисленными атомами материи, обладающими в качестве единственного различия разной плотностью и распределенными более или менее равномерно в бесконечном пространстве. В этом безграничном хаосе действовали только две силы: притяжения и отталкивания, благодаря которым возникли первые образования. Затем, естественно, более плотные, а следовательно, и более тяжелые образования притянули менее тяжелые, в результате чего возникли прочные материальные ядра, вокруг которых сгруппировались атомы различной плотности. Однако так как всем атомам одновременно была присуща и сила отталкивания, то противодействие обеих сил породило вращательное движение.

Вследствие падения и налипания на ядра все новых и новых масс атомов возникла между неокрепшими слоями сила трения, разогревшая материю до раскаленного состояния. И вот вековечную тьму прорезывает первый луч света. Загорается первое Солнце... Но атомы все продолжают падать на него, увеличивая объем светила, скорость его вращения и огонь, бушующий в недрах. Вместе с тем по мере роста объема сила притяжения между прочным ядром и атомами, находящимися на периферии, слабеет. Побеждает сила отталкивания. И вот уже самые крайние внешние части огненного кома отрываются от ядра и согласно простому математическому закону летят по касательной в безбрежное пространство, пока могучие силы не заворачивают их и не увлекают по орбите вокруг центрального светила.

Оторвавшиеся части растут и разогреваются точно так же, как и Солнце, дорастая до размеров планет. Так родились все планеты, все спутники планет.

«Приведенная теория образования планет, — пишет Кант, — должна считаться наиболее удовлетворительной, потому что она объясняет с одной и той же точки зрения и происхождение масс, и происхождение движений, и положение орбит. Планеты образуются из частиц, которые движутся по определенным кругам, поэтому и массы, образовавшиеся из этих частиц, продолжают те же самые движения, с той же скоростью и в том же самом направлении».

Миры, в учении Канта, рождаются, развиваются, стареют и гибнут, разлагаясь на составные части, чтобы уступить место новому круговороту. Так Кант продолжает учение Ньютона. В его представлении весь мировой процесс развития возникает из борьбы двух противоположностей: силы притяжения и силы отталкивания. Прекрасный пример бессознательной материалистической диалектики, поведанной миру устами «величайшего идеалиста» и агностика, каким он стал позже.

Трудно переоценить значение мемуара Канта для развития космологических представлений. И все-таки, увы, в свое время он не сыграл в этом процессе никакой роли. Как философ, автор критического метода, Кант стал известен всему миру. Но никто, включая и

его самого, никогда не вспоминал о его космогоническом сочинении ранних лет. Для философа это был пройденный этап, для современников... Впрочем, современникам редко удается разглядеть живущего среди них гения. В 1794 году, когда Кант был избран почетным членом Петербургской академии наук, в представлении об избрании говорилось, что он является естествоиспытателем, но среди его работ «История неба» даже не упоминалась. О ней вспомнили спустя почти столетие, когда французский ученый П. Лаплас разработал космогоническую гипотезу, сходную с кантовской и получившую название «гипотеза Канта — Лапласа».

Эпилог жизни философа

К началу шестидесятых годов относится знакомство Канта с произведениями Руссо. Они произвели на него огромное впечатление. Все то, что ценил он раньше: разум, знания, культуру, цивилизацию, — все рушилось под напором пламенного красноречия Жан-Жака. Ему показалось, что в них, и только в них, заложена причина порчи человечества. «Было время, — сознается Кант, — когда я думал, что все это может сделать честь человечеству, и презирал чернь, которая ничего не знает. Руссо исправил меня... Я научаюсь почитать человека». С этого времени Руссо решительно вытеснил Ньютона из его сознания. Природа отступила на задний план, освободив место человеку. И на освободившемся месте выросла в конце концов критическая философия Канта.

Перевороту в философском мышлении предшествовал перелом всей его психологии, внутренней и внешней жизни. «Потеряв веру в метафизику, находясь во власти сомнений во всем, — пишет И. Геллер в его биографии, — вплоть до существования бога, он одно время видел перед собой лишь крушение всех юношеских надежд, жизнь, лишенную своего внутреннего смысла, и приближающуюся бесцельную, оди-

нокую старость. Столь мучительным было это состояние, что его мысль все чаще и чаще останавливалась на смерти, порою с желанием, порою с ужасом... Но вот наступила внутренняя революция, бессознательно уже давно медленно вызревавшая, но явившаяся для сознания психологическим «взрывом», резким поворотом к новой жизни... Перед ним стояла теперь только одна задача — создание новой, критически проверенной философии».

Мы не будем рассматривать вопросы критической философии. Это тема не нашей книги. Однако, чтобы закончить повествование о Канте, следует добавить несколько строк о его жизни во второй период.

В результате Семилетней войны обстановка в Кенигсберге была тревожной. Русские войска с победой шли по Германии, чтобы в 1760 году штурмом взять Берлин.

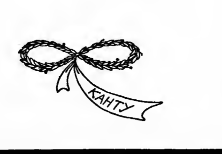
Кант замыкается в железном распорядке придуманного себе режима. Он нанимает старого солдата Лампе и раз навсегда отдает ему точные распоряжения. С тех пор в течение более чем тридцати лет Лампе с солдатской добросовестностью ежедневно будил хозяина ровно в пять часов утра и, несмотря ни на какие просьбы, заставлял его вставать. До начала лекций Кант работал, затем шел на занятия и с девяти-десяти часов снова работал до обеда, который ему подавали в час дня. Ел он один раз в день. Ел долго, растягивая этот период на два-три часа, проводя их в беседе с немногими друзьями. После обеда он выкуривал единственную трубку за день и отправлялся на час гулять. Остаток дня он читал или проводил в размышлениях. Ровно в десять вечера Кант ложился спать.

Последнее десятилетие жизни философа совпало с революцией во Франции и резким усилением реакции в Пруссии. Во всяком «просветителе» власти усматривали якобинца, врага церкви и государства. Не избег общей участи и Кант.

В 1786 году умер Фридрих Великий и на престол вступил откровенный насильник и палач Фридрих Вильгельм II. Во время коронования Кант в качестве ректора университета приветствовал нового короля и в ответном слове удостоился чести быть упо-

мянутым в качестве философа с мировым именем. Однако новый кайзер прежде всего издал суровый закон о цензуре, полностью искоренявший всякую свободу прессы и слова. Затем последовал знаменитый религиозный эдикт. Отныне каждый чиновник, поступая на службу, обязан был принести клятву на евангелии и доказать перед прусской обер-консисторией свою религиозную благонадежность. И вот в развившейся обстановке лицемерия и подозрительности, доносов и подсиживания выходит последняя работа Канта «Религия в пределах только разума».

Не прошло и года, как на имя философа был издан указ «его величества»: «Наша высокая персона уже давно с большим неудовольствием замечает,



что вы пользуетесь философией для искажения и унижения некоторых главных и основных учений священного писания и христианства, что это вы проделали именно в вашей книге «Религия в пределах только разума», как и в других небольших статьях... Мы требуем от вас немедленного добросовестного отчета и ожидаем, что во избежание нашей высочайшей немилости вы впредь не будете совершать подобных поступков... В противном случае...» Дальше шли недвусмысленные угрозы.

Кант был потрясен указом. Он не был героем и не стыдился признавать, что «сила необходимости стоит выше философии». Да и слишком большое внутреннее сродство существовало между моралью

Канта и общественным строем казарменной Пруссии. Обязанность подчинения начальству — врожденное чувство добропорядочного и верноподданного гражданина вошло в противоречие с избранным жизненным стимулом — гражданским долгом служить истине. Все это породило ужаснейший моральный конфликт. Кант ответил на указ докладной запиской, в которой считал необходимым «в качестве вернейшего подданного его величества торжественно заявить, что отныне я буду совершенно воздерживаться от всякого публичного выражения как в лекциях, так и в сочинениях своих мнений, касающихся религии как естественной, так и откровенной».

Кант перестал писать. Он отказался от преподавания. Семь лет, прошедшие после упомянутых событий, превратились в медленное умирание, пока 12 февраля 1804 года, проснувшись утром и сказав свое последнее слово «хорошо», он не закрыл глаза навеки.

Император мог быть удовлетворен. Император! Что такое «император»? В сущности, должность, не более. И притом довольно безответственная. Придворные шаркуны и «летописцы на-жалованье» оправдают любую ошибку, возведут глупость в ранг откровения.

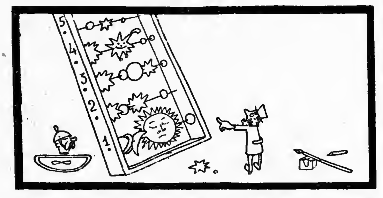
С точки зрения общечеловеческого прогресса император Фридрих не стоил и ногтя философа Канта. И тем не менее вспышка гнева ничтожества свалила титана. Могло ли это быть? Нет, это сделал даже не Фридрих, это сделало общество, воспитание, проклятый Die Ordnung, свято чтимый дисциплинированной немецкой душой. На могиле философа в соборе, в пышной галерее, сооруженной в честь именитого покойника, была выбита роскошная золотая надпись:

Звездное небо надо мною,
Нравственный закон во мне.

Многозначительно и красиво. Золото букв скрывало простую истину, заключающуюся в том, что любые расходы казны на мертвого философа лучше доходов от живого.

Иоганн Ламберт, Фридрих II и вселенная

Ньютоновская концепция вселенной была проста и понятна, если не спрашивать: «Что такое бесконечность?» — или не задавать столь же бестактный вопрос: «А что такое вечность?» Смущал философов и бесконечный хаос звезд в бесконечном пространстве. Мысль о неупорядоченности небесного хозяйства не



давала спать христианским астрономам. В таком хаосе не мудрено потерять и бога. Вот если бы привести весь этот кавардак в систему...

Иоганн Генрих Ламберт был сыном портного. И, как полагалось в «стройной империи прусского монарха», должен был унаследовать иглу отца. Таков порядок! Die Ordnung превыше всего! Он вошел в плоть и кровь каждого немца, особенно жителя Пруссии. Die Ordnung и любовь к обожаемому монарху. Тем не менее портным Иоганн Ламберт не стал. С ранней молодости обнаружились в нем удивительные математические способности. Ламберт поступает на фабрику сначала бухгалтером. Потом становится личным секретарем одного из базельских

профессоров. И наконец, учителем-гувернером в благородном семействе прусского придворного. Почти тот же путь, те же ступени, которые незадолго перед ним прошагал Иммануил Кант, сын шорника.

Иоганн Ламберт находит время думать и писать. Из-под его пера выходит несколько первоклассных математических работ. А в 1760 году — первое астрономическое сочинение, посвященное определению расстояний до звезд по их блеску. В то же время Ламберт начинает вырабатывать свою философскую платформу. Это было непросто. Француз по происхождению, он тянулся к материалистическому «вольнодумству» Вольтера. Прусский подданный, он обожал императора и находился под влиянием немецкого философа Х. Вольфа. По мысли этого апологета прусского понятия о гармонии и целесообразности в природе, «кошки были созданы для того, чтобы пожирать мышей, мыши, чтобы быть пожираемыми кошками, а вся природа, чтобы доказывать мудрость творца», — писал Ф. Энгельс, разбирая плоскую вольфовскую телеологию.

Размышляя над устройством вселенной, Ламберт ломает себе голову: «Каким должно быть великое целесообразие?» И тут же отвечает: «Прежде всего упорядоченным!» А можно ли с позиций Х. Вольфа придумать порядок лучший, чем существующий в государстве обожаемого монарха, где каждое сословие знает свое место? Крестьяне и ремесленники внизу, выше буржуа, еще выше аристократия...

В 1761 году в Аугсбурге выходит книга Ламберта «Космологические письма об устройстве вселенной». В ней со всей обстоятельностью заложены его космологические взгляды. Описана великая и бесконечная «иерархическая лестница» космических систем. Солнце с планетами и кометами составляет первую, самую низшую ступень. Такими же системами первого порядка являются остальные звезды, окруженные своими планетами. Скопление звезд, видимое на земном небе с нашим светилом в качестве рядового члена, составляет систему второго порядка. В центре системы второго порядка — свое солнце-гигант, и все

члены системы торжественно обращаются вокруг него. Солнца-гиганты со своими многочисленными свитами входят в систему третьего порядка, устроеиную аналогичным образом. К снстемам третьего порядка Ламберт относил Млечный Путь. Здесь размеры центрального светила представить себе уже затруднительно. Но таких систем, как Млечный Путь, должно существовать множество. Ламберт отождествлял с ними крохотные пятнышки туманностей, только что открытых наблюдателями в различных уголках неба. Порядки все повышались и повышались в геометрической прогрессии.

Ламберт пытался даже количественно определить размеры систем второго и третьего порядка. Приводить здесь эти цифры не стоит, потому что сегодня они не имеют никакого смысла. А вот его объяснение, почему мы не видим гигантских солнц более высоких порядков, заслуживает того, чтобы о нем упомянули. Философ расправился с ними запросто.

Поскольку обиталищем жизни признаны быть планеты, то солнца систем первого порядка должны испускать свет. Свет нужен для жизни. Центральным же светилам систем более высоких порядков освещать и дарить жизнь некому. Значит, ни к чему им и свет. И Ламберт делает их темными. Чувствуете железную хватку целесообразности: «мыши созданы для того, чтобы быть сожранными кошками». Это уж точно герр профессор Христиан Вольф, не нашедший во всей вселенной ничего более достойного прославления, кроме того, что она, вселенная, способствует пользе человека.

Книгу Ламберта перевел в популярной форме на французский язык философ Ж. Мернан, а в 1797 году она вышла у нас, в России, под названием «Система мира славного Ламберта».

Широко известная современникам, система мира Ламберта была в XIX веке основательно забыта. И только в наше время идея структурной бесконечности вселенной, выдвинутая впервые Иоганном Генрихом Ламбертом более двухсот лет назад, снова привлекает внимание космологов.

Но об этом позже...

Вильгельм Фридрих (Вильям) Гершель

В 1784 году король английских астрономов Вильям Гершель загорается идеей выяснить строение вселенной. До него за эту проблему не раз принимались, исходя, как говорится, из априорных умозрительных положений... Идеи Сведенборга, Райта, Канта и Ламберта — типичные примеры «гипотез от потолка». Гершель решил поставить этот поиск на «здоровые научные ноги» наблюдений.

Расчертив небо на участки, он принялся считать число ярких точек, черпая их то в одном, то в другом месте. Оказалось, что количество звезд действительно возрастает только в одном направлении — к Млечному Пути. Умозрительные гипотезы предшественников Гершеля получили подтверждение. И тогда английский астроном заявляет, что число звезд во вселенной далеко не бесконечно. Все звезды скорее всего собраны в одну кучу и образуют единую звездную систему, напоминающую по форме линзу или чечевицу. Потому, если смотреть в такой системе из центра вдоль большого радиуса, мы увидим ясно ближайшие звезды, за ними — не столь отчетливо — более далекие, а дальше скопление далеких и самых далеких светил, которые покажутся нам лишь слабым туманом — Млечным Путем. Если же начать отводить взгляд в сторону от большого радиуса, звезд на небе должно становиться все меньше и меньше.

Поневоле напрашивался вывод о существовании единой огромной системы. Назвал ее Гершель Галактикой и подсчитал, что содержать она должна примерно 300 миллионов звезд. Большой радиус системы получился у него примерно 4 тысячи световых лет, а малый — 750 световых лет. Солнце же наше, по мнению астронома, находилось неподалеку от центра Галактики.

Гершелю не откажешь ни в проницательности, ни в логике. И это тем более удивительно, что профессия, к которой его с детских лет готовили родители, вовсе не способствовала воспитанию строгого логического ума.

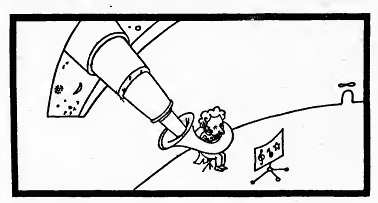
Вильгельм Фридрих Гершель родился 15 ноября 1738 года в Ганновере — главном городе густонаселенного одноименного королевства, управляемого английскими наместниками. Английские короли были весьма заинтересованы в этом куске континента размерами 200 × 200 километров и принимали любые события в Ганновере близко к сердцу. Но недаром в известной пьесе говорится о том, что лучше всего, когда минуют стороной и барский гнев, и барская любовь. На протяжении всей истории своей самостоятельности Ганновер был на редкость беспокойной областью. А начиная с Семилетней войны несчастное королевство становится признанным местом встреч различных армий, снарядившихся сюда вовсе не для парада. В Ганновере хозяйничают то англичане, то пруссаки, то французы, то русские, то шведы... Нас с вами, дорогой читатель, вряд ли особенно могли бы взволновать эти запутанные дела давно минувших дней, кабы они не сыграли решающую роль в жизни интересующего нас лица.

Отец будущего наблюдателя звезд Исаак Гершель был многодетным музыкантом ганноверской гвардии. Почтенный отец семейства играл на гобое и готовил своего четвертого сына Вильгельма с ранних лет к музыкальной карьере. В 1755 году семнадцатилетний музыкант Вильгельм Фридрих Гершель, натянув на себя блестящий мундир одного из полков ганноверской гвардии, марширует под английским знаменем вдоль болот Остфрисландии и Тевтобургского леса навстречу славе. Впрочем, военная служба не значилась в числе призваний юноши. И по окончании несчастной кампании 1757 года не без помощи чадолюбивого папаши Вилли дезертирует из доблестных рядов. Оставаться в родных местах было опасно. И в том же 1757 году на туманных берегах Альбиона объявляется молодой и энергичный музыкант по имени Вильям Гершель.

Нелегко было пробиться в Англии. Гершель борет-

ся за существоваиие всеми способами. Он обучает полковой оркестр дергамской милиции, дает частные уроки музыки, служит органистом в капелле и играет иа гобое в частиом оркестре. Он дирижирует ораториями, заведует коицертами, сочиияет хоралы и духовиые песни, и иаряду с этим иеиасытная жажда зиаиий толкает его иа изучеиие математики и оптики, иностраииых языков и астрономии... В 1773 году ои взял иа время маленький телескоп и, оторвавшнсь от клавнкордов, взглянул на иебо. Говорят, в тот вечер Гершель впервые в жизни опоздал иа урок и был иевиимателен к учеиику... Цель жизнн этого тридцатипятилетиего иммигранта была определена!

С тою же эиергией, с какой до сих пор он отдавал-



ся музыке и теоретическим наукам, Вильям Гершель прниялся за шлифовку зеркал. Ему иужен был хорошнй инструмент. Год ои учнлся этому нскусству. Одна неудача следовала за другой. Связаиный обязательствамн н коитрактами своей музыкальиой профессии, он буквальио по минутам иабирал время, иеобходимое для шлнфовки. И только в редкие свободные дии отдавался своей страсти целиком. Тогда ои шлнфовал не отрываясь по шестнадцать часов подряд. Сестра его Каролииа, которую Вильям выписал нз Ганновера, как только стал зарабатывать поприличнее, чнтала ему вслух и иа ходу кормила, вкладывая в рот брата кусочки еды.

Накоиец в 1774 году первый отражательиый

телескоп был готов, и Гершель произвел свои наблюдеиия. Знакомясь с бнографией этого энтузиаста, удивляешься его бившей через край энергии. Не уменьшая своей музыкальной нагрузки, ои даже в аитрактах умудрялся вести иаблюдения светнл. В эти годы его никто не видел ходящим. Гершель всегда бегал, причем бегал с необычайиой стремительностью. Ему шел 41-й год, когда он напечатал свою первую статью. И все-такн, иачав научную работу столь поздно, он умудрнлся до конца своей жизни открыть 806 двойных звезд и 2500 тумаиностей, совершнть четыре полных обзора неба. Он произвел впервые систематнческую классификацию наиболее ярких звезд по их яркостям, открыл планету Уран... В общем, результатов труда этого иеистового человека вполне хватило бы на четыре жизии. В пятьдесят лет он исхитрился жениться на молодой вдове, в которой, по словам современннков, «несравиенные нравственные достоииства сочетались с крупным состояннем». Через четыре года после женитьбы у него роднлся сыи Джон, продолживший после иекоторых колебаний дело отца н ставшнй также весьма зиаменитым астрономом.

Высказывая свою гипотезу о строенни Галактикн, Вильям Гершель ие покушался иа вселенную Ньютона. Нет, его галактика-линза или галактика-жериов просто однноко висела в бесконечном пространстве, включая в себя все существующие звезды, планеты, кометы и туманиые пятиа. Впрочем, с последними дело обстояло сложнее. Шарль Мессье, французский «ловец комет», по ошнбке прнняв туманности за любезные его сердцу кометы, занес 103 тумаиных пятна в свой каталог 1771 года. Гершель довел их чнсло до 2500. В 1786 году ои писал: «Я вндел двойные и тройные туманности в разнообразнейших положениях; большне с малымн, напомииавшими спутннков; узкие и очень длнниые, светлые туманности или блестящие брызгн; имели форму веера или электрической кисти, исходящей из светлой точки; другие напомннали кометы с ядрами в центре; попадалнсь звезды, окруженные туманной оболочкой; встречались и туманности млечного характера, вроде уднвительного и непонятиого образования около Θ-Ориоиа; наконец, я видал

туманные пятна, неоднородно светящиеся, что указывало, по-видимому, на их разрешимость в звезды».

Гершель обнаружил, что некоторые объекты, казавшиеся Мессье туманностями, в его громадных телескопах разрешались в звездные кучи или скопления. Это обстоятельство смущало наблюдателя, заставляло задумываться над тем, не зависит ли различие между туманностями и звездными скоплениями лишь от разрешающей силы телескопа.

Безмерно загруженный работой, Гершель не знал, что эта оригинальная мысль была высказана полвека назад в качестве умозрительной гипотезы Кантом. Впрочем, может быть, и хорошо, что он не знал этого. Отдав дань идее «островных вселенных», Гершель как-то в разговоре похвастался, что открыл полторы тысячи новых вселенных. Но затем английский астроном останавливается на иной точке зрения, считая туманности, не разрешаемые в звезды, «светящейся жидкостью, природа которой нам совершенно неизвестна».

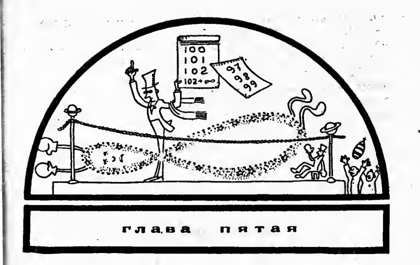
Но и это мнение тоже не было окончательным. Одно время он думал, что различные виды звездных скоплений и туманностей являются одними и теми же объектами, только находящимися в разной стадии своего развития. В 1789 году Гершель писал: «Оно (небо) мне теперь представляется великолепным садом, в котором находится масса разнообразнейших растений, посаженных в различные грядки и находящихся в различных степенях развития... Я вас спрошу, не все ли равно, будем ли мы последовательно присутствовать при зарождении, цветении, одевании листвой, оплодотворении, увядании и, наконец, полной гибели растения или же одновременно будем созерцать массу образчиков, взятых из различных степеней развития, через которые растение проходит в течение своей жизни».

В 1811 и 1814 годах он опубликовал даже собственную теорию процесса постепенного уплотнения светящейся жидкости, образующей туманность, в звездное скопление, потом в туманную звезду и, наконец, в звезду обычную или группу таких звезд.

В конце жизни Гершель весьма радикально изменил свою точку зрения даже на строение вселенной и

порядок распределения в ней звезд. Он снова вернулся к идее если не открыто бесконечной вселенной, то, во всяком случае, к идее мира, состоящего из множества звездных систем наподобие Галактики.

На примере жизни Гершеля читатель легко убедится, что точка зрения человека не есть что-то застывшее, закостеневшее, данное человеку раз и навсегда свыше. Отнюдь! Точка зрения эволюционирует вместе с человеком, она может измениться, став даже противоположной. Одному не вправе изменять человек, если, конечно, заинтересован он до конца дней своих сохранить уважение к самому себе, — служению истине.



глава пятая

в которой у иден бесконечной вселенной Ньютона начннаются первые непрнятности, повергающие ее в нокдаун

Итак, вселенная все-такн бесконечна! Это утвержденне в XVIII столетнн нн для кого не казалось сенсацнонным. Ведь прннцнп сей был провозглашен еще древннмн грекамн. Певец нзменчнвостн, избравший свонм девнзом «Все течет», Гераклнт был убежден в том, что вселенная бесконечна во времени.

«Смеющнйся философ» Демокрнт счнтал вселенную бесконечной в пространстве.

Хрнстианскне проповедннкн ограннчнлн пространство мнра хрустальной сферой неподвнжных звезд, отпустнв ему конечное время от сотворення н до страшного суда. Но за граннцамн хрустальной сферы начинался мнр божнй, о котором не говорнлн, но который втайне представлялся не нмеющнм нн конца нн края.

Домнннканскнй монах Джордано Бруно заявнл, что ннкакой разннцы между мнрамн нет н что

вселенная бесконечна в пространстве и вечна во времени.

С тех пор концепции конечности и бесконечности нашего мира с завидной методичностью сменяли друг друга.

«Бесконечность» — неприятное слово, неприятное понятие. Попробуйте представить себе бесконечное пространство без конца и края, без дна и покрышки...

Опыт здравого смысла подсказывает нам, что пространство — это место, которое может занять некая вещь. Так учили и философы древности. Вселенная — это всеобщее пространство, вместилище всех вещей.

Но даже если убедить себя, что количество «всех вещей» бесчисленно, то и тогда представить себе бесконечное пространство наглядно невозможно. Сама мысль о бесконечности нестерпима для человечества. Она заводит в умственный тупик.

И вот в 1744 году дотошный швейцарский астроном Жан Филипп Шезо высказывает первое сомнение в правильности ньютоновской концепции о бесконечности вселенной. Только сомнение, не больше. Прошло всего лишь семнадцать лет после смерти великого физика, и слава его ослепляла. И все-таки...

«Если количество звезд во вселенной бесконечно, — размышляет Шезо, — то почему все небо не сверкает как поверхность единой звезды? Почему небо темное? Почему звезды разделены черными промежутками?» Скромный астроном сам пугается своей смелости. Ведь это значит сомневаться в утверждениях самого Ньютона?.. И Шезо тут же ищет достойные возражения самому себе: «Скорее всего это пылевые облака заслоняют от нас свет дальних звезд. Земным наблюдателям доступны лишь лучи самых близких светил...»

Голос швейцарца звучит неуверенно, почти робко, и на целых восемьдесят два года его возражения тонут, заглушаются грохотом барабанов славы несравненного Ньютона.

Первая атака на вселенную Ньютона — парадокс Ольберса

Генрих Вильгельм Матеус Ольберс (1758—1840) был врачом, хорошим практикующим врачом с пациентами из весьма добропорядочных семейств города Бремена. Почтенный человек — доктор Ольберс, ничего не скажешь, но... Генрих Ольберс пользовался бы еще большим уважением среди бременских бюргеров, занимайся он одной медициной.

Ко всеобщему сожалению, у доктора Ольберса была обсерватория. Да, да, частная обсерватория, в которой он производил самые различные наблюдения над небесными светилами. А что в этом хорошего? Что хорошего, если врач, вместо того чтобы ночью спокойно спать, сидит как чародей, уставившись длинной трубой в звездное небо. Нехорошо!

Такое поведение обывателя настораживает. Он, обыватель, не любит, когда кто-то слишком сильно отличается от него то ли мыслями своими, то ли поведением. Даже если это врач. Даже если это хороший врач! Впрочем, у герра Ольберса существовало одно смягчающее вину обстоятельство. Он был богат. И потому Генрих Вильгельм Матеус Ольберс мог позволить себе игнорировать вкусы пациентов, не гнаться за расширением практики, а больше времени отдавать звездам. Таково было его хобби, как сказали бы мы с вами, уважаемый читатель, сегодня.

Между прочим, герр Ольберс был довольно известным лицом в астрономическом мире. Славу ему принесли открытия двух малых планет, Паллады и Весты, и объемистый труд, посвященный способу вычисления кометных орбит. Его положение позволяло ему покровительствовать молодым начинающим наблюдателям и однажды даже помочь неизвестному в те годы математику Фридриху Бесселю вступить в гильдию астрономов. Ольберс дал высокую оценку работе молодого математика, посвященной обработке наблюде-

ний кометы Галлея. В дальнейшем Бессель стал знаменнт, и Ольберс до конца жнзнн горднлся добрым делом, которое ему удалось совершить.

Терпелнвый читатель вправе возмутиться. Ведь наша тема — космология, наша тема — вселенная. В заголовке автор обещал «атаку» на устоявшнеся и проверенные наблюденииямн взгляды самого Ньютона. Где же все это? Напомним, что к тому времени понятие о вселенной основывалось на трех постулатах.

I. Вселенная безгранична н ненэменна во времени.

II. Число звезд, равномерно распределенных в однородном пространстве, подчиняющемся геометрии Эвклнда, бесконечно.

III. Все звезды в среднем имеют однмаковую светнмость. Потому яркие светила можно считать расположенымн блнже, слабые — дальше.

Три прннцнпа давалн бесконечную н однородную в пространстве, неизменную во временн космологическую модель вселенной. Пространство ее, безусловно, обладало всемн свойствами трехмерного геометрнческого пространства Эвклнда, то есть длнной, высотой и шириной, и абсолютно не зависело от содержащейся в ней матернн.

Такую модель автор с легким сердцем, пользуясь терминологней академнка Гнзбурга, будет называть в дальнейшем СОЕ-моделью, то есть стацнонарной, однородной н эвклидовой.

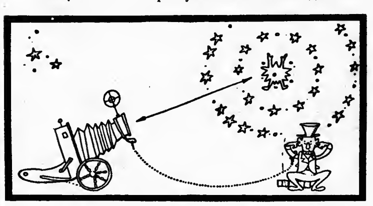
Прнмерно в году 1826-м вселенная представлялась Ольберсу в внде гигантского кочана капусты с бесконечным колнчеством слоев — лнстьев. На каждом слое — звезды. Основываясь на этой мысленной модели, Ольберс решил попытаться подсчнтать распределение звезд. Если принимать во вннмание все трн постулнрованных свойства ньютоновской вселенной, о которых мы говорнлн выше, то поверхность каждого последующего «капустного лнста» — слоя, радиус которого в два раза больше раднуса предыдущего, увеличнвается в квадрате, то есть в четыре раза. И прн условии равномерного распределения звезд содержнт в четыре раза больше светнл, чем предыдущий слой. Снла света любой звез-

ды обратно пропорциональна тоже квадрату расстояния. То есть свет звезд, находящихся в два раза дальше, кажется ослабленным в четыре раза. Ну, а если звезд будет в четыре раза больше?..

Пришло время Генриху Вильгельму Матеусу Ольберсу задуматься. Получалось, что Земля (если считать ее кочерыжкой в центре кочана-мироздания) получала от любого слоя вселенной одно и то же количество света. А так как количество слоев бесконечно, то все небо без всякого промежутка должно сиять как поверхность единого Солнца...

Стоп! Похожие рассуждения мы уже слышали. Их автором был Жан Филипп Шезо?.. Чтобы спасти авторитет Ньютона, Шезо пришлось смастерить фиговый листок из пылевых туч в космосе.

Ольберс в своих рассуждениях пошел дальше.



Под воздействием лавины света любые массы пыли должны начать постепенно нагреваться. Нагреваться-нагреваться, пока не раскалятся до такой степени, что сами начнут испускать столько же света, сколько поглощают. Количество света, обрушивающееся на головы людей, остается все тем же...

Следовательно, пылевые облака положения не спасают. Почтенный Генрих Вильгельм Матеус не торопился поминать имя Ньютона всуе. И тем не менее какое-то из условий: I, II и III — было неверным. Вернее, из условий I или II. Потому что равная светимость звезд на вывод Ольберса влияния не оказы-

вала. Значит, лнбо звездная вселенная не бесконечна, либо колнчество звезд в ней все-такн ограничено. Такое заключенне неплохо согласовывалось с лннзовой моделью Галактики Гершеля.

Фотометрнческий парадокс Ольберса сыграл едва ли не решающую роль в том, что почтн целое столетие идея бесконечиой вселенной не могла оправиться от удара н лежала распростертой на рннге. Впрочем, что такое сто лет для бесконечностн?..

В 1839 году в России, неподалеку от Петербурга, вошла в строй новая, Пулковская обсерватория. Руководил строительством и был первым директором этого выдающегося научного учреждения Фридрих Георг Внльгельм Струве — бывшнй дерптскнй студент-филолог, «заболевший» однажды астрономией и ставший профессиональным наблюдателем. Переехав в Петербург, Фрндрнх Георг Внльгельм стал именоваться Василием Яковлевичем и снабдил науку о звездах немалым колнчеством блнстательных наблюденнй.

Исследуя законы распределения звезд, Струве пришел к выводу о непременном поглощеннн света межзвездной средой и даже рассчитал величину этого поглощения, кстатн довольно блнзкую к современной.

Затем Струве доказал, что расположено наше Солнце отнюдь не в центре Галактики, как это счнтал Ольберс, а скорее с краю. Граннцы же оной Галактики, по мнению российского астронома, так далеки, что никогда не станут подвластны взору. Василий Яковлевич Струве твердо счнтал, что свет в межзвездной среде постепенно угасает и приходнт от далеких светил ослабленным.

Надо сказать, что позиция выдающегося астронома в вопросе о строенни вселенной не была очень четкой. С одной стороны, он подвергал сомненню парадокс Ольберса и тем самым как бы лнл воду на мельницу сторонников бесконечной вселенной. С другой стороны, гипотеза Гершеля тоже не оставляла его равнодушным.

Рыцари «тепловой смерти»

Не может быть, чтобы наблюдательный читатель не заметил, что вода в реках, каналах и ручейках течет всегда под уклон! С верхнего уровня на нижний, подгоняемая определенной «тенденцией к выравниванию уровней». Не поверят вам жители высоких, северных широт, если вы будете уверять, что в мороз можно согреться, сев на льдину. Нет, здравый смысл и повседневный опыт утверждают, что тепло передается всегда только от более горячего тела к более холодному, осуществляя тот же «принцип выравнивания».

Но что означает пресловутое «выравнивание» с точки зрения физики? Прежде всего это деградация энергии. Потому что с наступлением равновесия никаких процессов, связанных с затратой энергии, ожидать не приходится.

В 1850 году двадцативосьмилетний немецкий физик Рудольф Юлиус Эммануэль Клаузиус, преподаватель физики в цюрихской артиллерийской школе, задумавшись над простым фактом выравнивания температуры, сформулировал закон, получивший название «Второго начала термодинамики». Закон гласил: «Теплота не может сама собой перейти от более холодного тела к более теплому».

Год спустя после Клаузиуса еще более молодой, двадцатишестилетний английский физик Вильям Томсон, ставший 40 лет спустя «фигурой № 2» в истории английской физики, дал несколько иную формулировку того же закона и предложил называть меру выравнивания, или деградации энергии, энтропией.

В современной термодинамике второе начало в самом общем виде формулируется как закон возрастания энтропии, то есть *в замкнутой системе любые процессы приводят к нарастанию энтропии.* Конечно, мы не имеем в виду чисто обратимых процессов, при которых энтропия постоянна. В природе таких иде-

альных процессов просто не бывает, и они не что иное, как полезная в теории абстракция. В реальных системах энергия, запасенная одним или несколькими телами, норовит выплеснуться на все окружающее, разлиться ровным слоем по пространству замкнутой системы, деградировать, выравняться... Сам термин «энтропия» в переводе с греческого означает «обращение внутрь». Не очень наглядно...

Давайте представим себе замкнутую систему тел, среди которых одни нагреты, другие охлаждены. Используя разность температур (она характеризует различное количество накопленной энергии), мы можем превращать тепловую энергию в другие виды энергии, производить работу. Каждая такая работа будет связана с понижением температуры тех тел, часть тепловой энергии которых мы используем. Одновременно температура охлажденных тел (или среды) будет подниматься. Ведь система наша замкнутая, и уйти из нее энергия никуда не может. Но представим себе, что все виды энергии перешли в тепловую, а вся теплота распределилась равномерно по всем телам замкнутой системы. Удастся теперь произвести нам какую-нибудь работу? Нет? Конечно, нет. Не осталось источников энергии. Энергия деградировала, обесценилась, окутав ровным слоем все тела. Для замкнутой системы наступила «тепловая смерть».

Строгий читатель уже давно порывается спросить: «А при чем здесь, вообще говоря, космология?» Вот тут-то и начинается самое интересное.

Молодой Томсон считал, что материальная вселенная, то есть звезды, планеты, кометы и прочие небесные тела, является единой, замкнутой, изолированной системой. Ведь вселенная едина, другой такой же нет. А коли так, то второе начало термодинамики полностью применимо ко всему космосу и, стало быть, в конце концов наш разнообразный и веселый мир ждет унылая «тепловая смерть»...

Несколько лет спустя Рудольф Клаузиус согласился с выводом Томсона, написав: «...энтропия вселенной стремится к некоторому максимуму. Чем больше вселенная приближается к этому предельному состоянию, ...тем больше исчезают поводы к дальней-

шим изменениям, а если бы это состояние было наконец достигнуто, то не происходило бы больше никаких дальнейших изменений и вселенная находилась бы в некотором мертвом состоянии инерции».

Теория «тепловой смерти» находилась в вопиющем противоречии с ньютоновской вечной вселенной. (Помните, ее модель мы назвали СОЕ-моделью.) Потому что, ежели мир существует вечно, все процессы в нем должны были давно успокоиться, звезды погаснуть, облака межзвездной пыли чуточку нагреться. Мы же с вами, дорогой читатель, просто не имеем права на существование в мире, отвечающем сформулированным постулатам и второму началу термодинамики. Так теория «тепловой смерти» ознаменовала собой вторую атаку на вселенную Ньютона.

Теорию «тепловой смерти» активно поддержали теологи, давно не получавшие от науки такого щедрого подарка... Еще бы, раз природа не в состоянии сама выйти из теплового тупика, нужен бог, который этому поможет. Эта мысль до наших дней греет богословов.

В 1952 году папа римский Пий XII писал: «Закон энтропии, открытый Рудольфом Клаузиусом, дал нам уверенность, что спонтанные природные процессы всегда связаны с потерей свободной, могущей быть использованной энергии, откуда следует, что в замкнутой системе в конце концов эти процессы в макроскопическом масштабе когда-то прекратятся. Эта печальная необходимость... красноречиво свидетельствует о существовании Необходимого Существа».

Три года спустя западногерманский теолог Катчер еще более определенно сравнил жизнь вселенной с ходом часов. Некогда, дескать, бог завел этот часовой механизм, и с тех пор часы идут себе, пока не кончится завод. Ну, а после полной остановки, то есть после «тепловой смерти», возможно, бог заведет свои «часики» снова. С «рыцарями «тепловой смерти» спорить было (и есть) нелегко. Не все энергетические превращения во вселенной изучены полностью, и это делает позиции противников Клаузиуса, Томсона и Пия XII весьма уязвимыми. Тем не менее, многие физики и философы не могли примириться с выводами Клаузиуса и Томсона. Признавая научную ценность и

правильность второго начала термодинамики, они не хотели соглашаться с неизбежностью «тепловой смерти». Н. Г. Чернышевский писал: «Формула, предвещающая конец движению во вселенной, противоречит факту существования движения в наше время. Эта формула фальшивая».

Против тепловой смерти выступил в начале XX века известный шведский физико-химик Сванте Август Аррениус, много занимавшийся вопросами образования и эволюции небесных тел. «Если бы Клаузиус был прав, — писал он в 1909 году в своей книге «Образование миров», — то эта «смерть тепла» за бесконечно долгое время существования мира давно бы уже наступила, чего, однако, не случилось. Или нужно допустить, что мир существует не бесконечно долго и что

он имел свое начало; это, однако, противоречит первой части положения Клаузиуса, устанавливающей, что энергия мира постоянна, — ибо тогда пришлось бы допустить, что вся энергия возникла в момент творения».

Прекрасная критика идеи «тепловой смерти» с позиций философии содержится в «Диалектике природы» Энгельса. Он первым обратил внимание на то, что эта идея противоречит прежде всего идее сохранения энергии. Энгельс выдвинул гипотезу о круговороте энергии во вселенной — гипотезу о неуничтожимости энергии не только количественно, но и качественно, подтвержденную дальнейшим развитием науки.

Энгельс был глубоко уверен, что Клаузиус и Томсон только поставили вопрос о том, можно ли распространять второе начало термодинамики на вселенную, а не решили его. И Энгельс оказался прав. Прошло немного времени, и первый шаг в этом направлении сделал австрийский физик, человек трагической судьбы, Людвиг Больцман.

За время своей жизни он переменил не одну кафедру. Материалистические взгляды профессора Больцмана весьма недружелюбно принимались его коллегами. Главные работы Больцмана посвящены кинетической теории газов и статистическому истолкованию второго начала термодинамики. Столкнувшись с проблемой «тепловой смерти», Больцман предположил, что вселенная как целое находится в состоянии термодинамического равновесия, то есть мир с энергетической точки зрения мертв. Но отдельные области вселенной подвержены флуктуациям. И вот наша часть бесконечной вселенной, все пространство, до которого достигает взгляд человека, вооруженного телескопом, находится в режиме огромной, ныне затухающей флуктуации.

Это предположение полностью устраняло бога даже от акта творения. Однако мрачный прогноз относительно «тепловой смерти» не снимало. Люди же наивно считали, что помереть по воле бога или в результате окончания флуктуации — разница небольшая. С богом было даже как-то привычнее.

Гуго фон Зеелигер и гравитационный парадокс

Третья атака на бесконечную вселенную началась всего лишь за пять лет до наступления XX столетия. Один из наиболее влиятельных в то время немецких астрономов, Гуго фон Зеелигер, приняв идею бесконечной вселенной, попробовал применить ко всей бесконечной массе небесных тел, заполняющих мир, закон тяготения Ньютона. И столкнулся с парадоксом. Получалось, что закон Ньютона, полностью опреде-

лявший поле тяготения при известном распределении масс в пространстве, приводил к неопределенности, если попытаться распространить его на всю бесконечную массу вселенной. Парадокс заключался в том, что при условии бесконечности вселенной на каждую частицу вещества действует равнодействующая двух бесконечных сил. Но разность бесконечностей — всегда неопределенность. Значит, ньютоновская вселенная неоднозначна, и, следовательно, к ней не применимы никакие законы природы. Чтобы преодолеть эту трудность, требовалось предположить, что плотность распределения массы по объему быстро и без ограничений падает. Но это сводило представление о бесконечной вселенной с равномерно распределенным звездным населением ко вселенной конечной...

Получив удар и со стороны теории тяготения, являющейся основой основ, ньютоновская космология зашаталась. Пожалуй, гравитационный парадокс оказался самым серьезным затруднением теории тяготения Ньютона.

Рискуя вызвать неудовольствие читателя, автор хотел бы еще раз напомнить, что конечная вселенная, по мнению самого сэра Исаака, существовать не могла. Отвечая епископу Бентли, Ньютон писал, что если материя находилась в ограниченном объеме пространства, то в силу взаимного притяжения частиц она со временем собралась бы в единое сферическое тело. Лишь вследствие того, что материя рассеяна по всему безграничному пространству, она могла сконцентрироваться не в одно, а в бесчисленное количество космических тел.

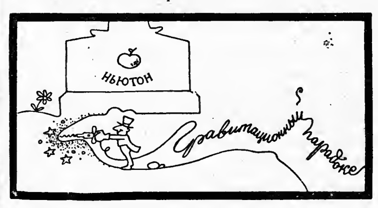
Гравитационный парадокс вызвал беспокойство среди астрономов и физиков. И у тех и у других наметились кое-какие неувязки в общей теории. Хотя большинство научных проблем, по мнению ученых, были в XIX веке решены.

Он был все-таки на удивление спокойным, наполненным благодушием и умиротворением, этот XIX век.

«...Сегодня можно смело сказать, что грандиозное здание физики — науки о наиболее общих свойствах и строении неживой материи, о главных фор-

мах ее движения — в основном возведено. Остались мелкие отделочные штрихи...» Так говорил высокий седовласый джентльмен, выступая перед коллегами в канун нового, 1900 года. Имя говорившего — Вильям Томсон, сэр Вильям, лорд Кельвин, президент Лондонского королевского общества и ученый с мировой славой.

Покойно устроившись в старинных креслах с высокими спинками, джентльмены удовлетворенно кивают головами. Что ж, они немало сделали для того, чтобы иметь право услышать такие слова, завершающие XIX век. Завтра наступит новое столетие. Столетие, в котором физикам останутся на долю только «мелкие отделочные штрихи»...



Так рассуждали физики. Недалеко от них ушли и астрономы. XIX век — время взгляда на науку как на конечную сумму знаний. Эта сумма уже накоплена, будущему поколению остается только привести кое-что в порядок, причесать, разложить по полочкам... В том числе избавиться от трех пустяковых, но досадных парадоксов, не мешающих, впрочем, астрономам спокойно спать ненастными ночами. Ученые морщились, вспоминая имена Ольберса, Клаузиуса и Зеелигера.

В физике тоже была к 1899 году парочка туманных облачков на горизонте. Но что такое пара необъясненных опытов по сравнению с храмом классической физики?..

И вот он наступил, этот новый таинственный XX век. Через пять лет из «облачков» на «физическом горизонте» рванули такие молнии, что прозревшие внезапно ученые обнаружили страшную картину. Храм науки, величественное здание классической физики, оказался крошечной, жалкой сторожкой на строительной площадке новой физики — физики теории относительности и атомного ядра.

Было бы просто несправедливо, если бы в астрономии в то же время все оставалось бы по-прежнему спокойно.

Небесный переучет спасает положение

К началу XIX века мир небесных тел состоял из звезд, планет, комет, астероидов и «косматых» объектов, как называли в те годы непонятные туманности, не различимые ни в какие телескопы. К началу XX века астрономы уже знали примерно 13 тысяч таких туманностей.

Если бы астрономы покопались в пыли архивов, они наткнулись бы на забытую гипотезу Иммануила Канта, который в 1755 году предполагал, что туманности представляют собой гигантские скопления звезд, которые находятся на колоссальных расстояниях от нас. Кант даже назвал их «островными вселенными»... Но, увы, в то время никаких звезд в туманностях не было видно даже в лучшие телескопы.

Правда, однажды, году этак в 1845-м, ирландский феодал Вильям Парсонс, лорд Росс, увлекавшийся строительством телескопов, как-то ночью переполошил всю округу. Сидя в своей домашней обсерватории у самого большого в мире телескопа, изготовленного в мастерских Бирр Кастл (так называлось родовое поместье Парсонсов), Росс обнаружил удивительное волокнистое строение туманности Андромеды. Экстравагантный лорд громкими криками разбудил домо-

чадцев, призывая полюбоваться невиданным зрелищем. В поле зрения телескопа-гиганта струи белесого тумана далекой Андромеды закручивались точно вихрем в гигантскую спираль.

И, открыв новый класс небесных объектов — спиральные туманности, — лорд Росс, получив одобрение Лондонского королевского общества, успокоился.

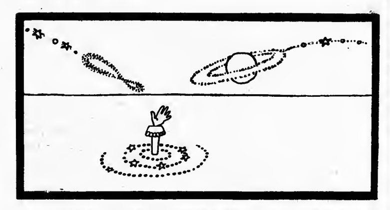
Сорок лет спустя туманность Андромеды снова заявила о себе. В центре спирального облака вспыхнула звезда! Самые осторожные говорили, что звезда могла вспыхнуть в промежутке между туманностью и земными наблюдателями. Но наиболее смелые вспомнили гипотезу Канта... Однако других звезд в туманности разглядеть по-прежнему никому не удавалось. Нужен был или новый телескоп, или... Это второе «или» принадлежало новому методу исследования удаленных небесных объектов. Назывался он спектральным анализом, позволяющим по цветам спектра раскаленных частиц определять химический состав сжигаемого вещества.

Астрономы сразу приняли спектральный анализ на вооружение. Исследовали с его помощью звезды. Дошла очередь и до туманностей. Если бы спектр туманности Андромеды, полученный в 1899 году, состоял из отдельных светящихся линий, проблема была бы решена сразу. Отдельные линии говорят о нагретом газе. Но в том-то и дело, что спектр загадочной туманности был сплошным и тускло-белым. Это означало, что на самом деле туманность может состоять из множества звезд, отделенных от нас гигантским расстоянием. Правда, с другой стороны, холодный газ, отражающий звездный свет, тоже может давать непрерывный спектр.

В общем, несмотря на отсутствие прямых доказательств, мнение о том, что туманности — скопления звезд, постепенно укреплялось. Стали поговаривать, что это такие же галактики, как наш Млечный Путь, и что вселенная заполнена ими примерно равномерно. Это еще раз свидетельствовало в пользу вселенной Ньютона — Канта, бесконечной, с бесчисленным числом звезд, ее населяющих. Правда, парадоксы Ольберса и Зеелигера протестуют против такого представления.

Но противоречия для того и существуют, чтобы их

устранять. И вот немецкий астрофизик Роберт Эмден формулирует условия состояния равновесия газового шара, желая построить на них теорию образования звезд. Это ему удается. Он находит такую структуру, такое распределение масс для сферы с бесконечным радиусом и такой же общей массой, для которой гравитационный парадокс не имеет места. Следовательно, модель бесконечной вселенной снова получила право на существование. Правда, это был лишь частный случай. Стоило в строгом распределении Эмдена произойти каким-то изменениям, как все его хитроумное построение разваливалось. Кроме того, сфера немецкого ученого имела центр. А как найти центр в бесконечной вселенной?..



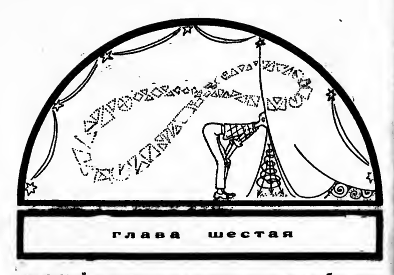
Следом за ним спасением бесконечной вселенной занялся швед Карл Вильгельм Людвиг Шарлье — профессор университета и директор обсерватории в Лунде. Изучая пространственное распределение звезд, Шарлье применил новые методы математической статистики и примерно к 1908 году разработал свои основы теории строения вселенной. В его тонких и остроумных математических схемах нашлись структуры, не имеющие центра, но подчиняющиеся закону Ньютона без страха гравитационного и фотометрического парадоксов.

Правда, ни сферы Эмдена, ни уточненные математические схемы и построения Шарлье не были откровением. Для устранения парадоксов требовалось из-

менить что-то более существенное. Лучше, если бы это удалось сделать по отношению к исходным данным, лежащим в основе построения самой модели вселенной. Но «для внесения изменений в теорию, особенно такую фундаментальную, как ньютоновская, нужно иметь какую-то путеводную звезду, опираться на более общую теорию или новые наблюдения, — пишет академик В. Л. Гинзбург. — В доэйнштейновской космологии такой путеводной звезды не нашли».

Попытки, правда, были. Можно вспомнить о стараниях разрешить гравитационный парадокс еще в XIX веке. Тогда возникла идея считать, что ньютоновский закон тяготения справедлив только в небольших, «земных» масштабах наблюдаемой вселенной. В просторах же большого космоса к закону Ньютона надлежит добавлять некий экспоненциальный множитель, в который входит достаточно малая величина космологической постоянной. Тогда для любого конечного расстояния разница между истинно ньютоновским законом и ньютоновским законом с добавлением оказывается ничтожной, но стоит перейти к пространству бесконечному, равномерно заполненному веществом, как трудности, связанные с гравитационным парадоксом, исчезают.

Интересно, что никакой, даже самый тонкий земной опыт этого отступления от ньютоновской трактовки закона всемирного тяготения заметить не позволит. Сегодня мы понимаем, что такая подгонка решения под известный ответ — дело хотя и тривиальное, хорошо знакомое нам со школьной скамьи, но откровенно попахивает спекуляцией. Но в том отчаянном положении, в котором оказалась космология конца XIX столетия, все средства были хороши.



глава шестая

в которой читатель неожиданно попадает в абстрактный мир науки о пространстве, такой непохожей на добрую старую геометрию, щеголяющую в «пифагоровых штанах» и ловко жонглирующую кубами, цилиндрами, шарами и конусами, а также всевозможными усеченными пирамидами и многогранниками

Атаки, подтачивающие устои бесконечной вселенной, велись не только астрономами, но и математиками. Хотя ни те, ни другие вовсе не ставили перед собой столь неблагородной задачи... Пространство ньютоновской вселенной существовало независимо от материи. Под «материей» подразумевалось вещество, так или иначе распределенное в пространстве. Веществом занимались физика, астрономия и другие науки, призванные изучать «материальный» мир. Пространство являлось прерогативой математики и философии. Из задач человеческой практики возникла даже специальная отрасль математики — геометрия. Развиваясь, она из практической землемерной науки постепенно превратилась в абстрактную математическую теорию.

Все, что нас окружает в мире, все предметы имеют три измерения: длину, ширину и высоту. Каждый

взрослый в состоянии убедиться в этом на глаз или на ощупь, как кому нравится. Автор подчеркнул «каждый взрослый», потому что у дитяти в грудном возрасте воспринимаемое пространство двухмерно. Оно — дитя не понимает, что такое «далеко» или «близко», тянется одинаково ручонками и к мамнному носу, и к звездам... Однако постепенно психофизиологические механизмы и груз исторического опыта человечества, именуемый здравым смыслом, приводят ребенка к сознанию того, что мир, в котором он живет, трехмерен.

Но что такое исторический опыт человечества? Несколько тысячелетий сознательного накопления сведений. За это время человечество охватило пространственные расстояния от межатомных горизонтов до космологических просторов. Колоссально! Да, но толь-

ко с точки зрения человека. Если же считать вселенную бесконечной, то охваченная нашими наблюдениями часть просто бесконечно мала. На каком же основании позволительно распространять столь ничтожный опыт на то, что не имеет меры?.. Почему бы не предположить, например, что наша вселенная одно-трехмерна? Ее модель напоминала бы сеть с узлами. Причем каждый узел — это трехмерная метагалактика, заключающая в себя мириады звездных островов. Посмотрите на чертеж. Так изобразил одно-трехмерную модель вселенной доктор философии Э. Кольман в своей книжке «Четвертое измерение». А рядом модель двух-

трехмерной вселеиной — тоиеькая двумерная пленка с трехмерными пузырьками — метагалактиками. Вы скажете — фаитазня. Что ж, согласен. Модель ньютоиовской вселениой — огромиый пустой ящик — пространство, равиомерио заполиеииое жидким бульоном материн. Чем она лучше?.. Тем, что ее легче себе представнть, опнраясь на опыт и здравый смысл?

Эти два «кита», опыт и здравый смысл, позволили еще в глубокой древиости построить теорию отвлечеино-абстрактного пространства и выявить его основные свойства. Собрал же крупнцы мудрости и выковал из них «золотую розу» теорни замечательиый алексаидрийскнй математик Эвклид.

Чему учил Эвклид

Эвклид рисовал свои чертежи на песке, иа навощенных табличках, иа папнрусных свитках. О жнзии его в архивах истории не осталось буквально ин строчки. Известио только, что жил он прнмерио в начале III века до иашей эры во времеиа первого царя из дииастии Птолемеев и что протекала его деятельность в Алексаидрии. Сохраинлась, правда, одна легеида. Одиажды царь Птолемей, которому Эвклид преподавал основы математнки, пожаловался на длинноты вступлений к иауке. На что его учитель, запахнув тогу, заявил, что к геометрнн иет «царской дороги». Путь к высотам иаукн один для всех смертных, и начниается он с простых понятий.

Трнпадцать книг его «Начал», содержащие изложеине плаиниметрни, стереометрии и некоторых вопросов теорин чисел, в течение двух тысячелетий являются основами изучеиия математики. «В историн западного мнра, — пншет математик Д. Л. Стройк, — «Начала» после бнблни, вероятно, наибольшее чнсло раз издаииая и более всего изучавшаяся кннга. После изобретения книгопечатання появилось более тысячи издаиий, а до того эта книга, преимуществеино в рукописном вндe, была основиой при изучеиии гео-

метрин. Большая часть нашей школьной геометрин заимствована часто буквально нз первых шестн книг «Начал», н траднцня Эвклнда до сих пор тяготеет иад нашим элементарным обученнем».

Как же стронл Эвклид несокрушимое здание своей геометрнн? В основание всей науки ои вводит иесколько главных положений-нстнн, по тем нлн нным прнчииам не требующих доказательств. Остроумные греческие фнлософы, закаленные в спорах и иаделенные скептнческнм умом, выбирали их очеиь осторожно. Онн разделнлн подобные нстины на аксномы и постулаты. Аксномами в те далекне времеиа иазывали утвержденяя, которые нельзя отрнцать, ие нарушая всех осиов логнческого мышлеиия. Говоря об аксиоме, греки начииалн фразу со слов: «Очевидио, что...» И тем отбрасывалн всякую возможность спора на этот счет.

Постулаты, в древнегреческом поннманин, представлялн собой конкретные утвержденяя, свойствеиные той нлн нной науке. Первая фраза постулата должна была начннаться словамн «допустим, что...». Это также снимало возможность спора, но не налагало на выдвинутое положенне критерня безусловностн.

Такое очеиь важное н тонкое различне между аксиомой н постулатом со временем сгладилось н прииесло ненсчнслнмые беды н чнстым фнлософам, н представнтелям натуральной фнлософнн, но о том речь дальше.

Изложенне геометрнн в кннгах Эвклнда построено в виде системы определенний, аксном и постулатов, нз которых логическим путем выводятся теоремы. В первых четырех кннгах Эвклнд рассматрнвает геометрию на плоскостн. Прн этом в кннге первой он формулнрует пять основных требованнй, нлн допущенний, иа которых стронт остальные выводы. Постулаты Эвклида иастолько наглядны, настолько очевидны, что так н хочется назвать нх аксномамн. Но мы уже предупреждеиы. И мы начеку. Да и сами постулаты прн всей своей определениостн точио взывают к бдительностн. Смотрите самн. Эвклнд пншет: «Нужио потребовать (помните, это эквивалентно словам «допустим, что...»):

1. Чтобы из каждой точки к каждой точке можно было провести прямую линию (и притом только одну).

2. И чтобы ограниченную прямую можно было непрерывно продолжить по прямой.

3. И чтобы из любого центра любым радиусом можно было описать окружность.

4. И чтобы все прямые углы были друг другу равны.

5. И чтобы всякий раз, как прямая, пересекая две прямые, образует с ними внутренние односторонние углы, составляющие вместе меньше двух прямых, эти прямые при неограниченном продолжении пересекались с той стороной, с которой эти углы составляют меньше двух прямых».

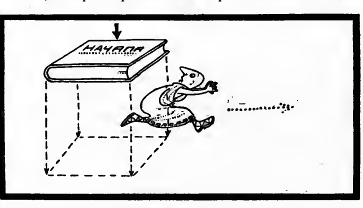
Даже не умудренный математикой читатель сразу заметит, что пятый постулат резко отличается от четырех первых. Он гораздо сложнее и больше похож на теорему, которую нужно доказывать. В пятом постулате нет и следа наглядности первых четырех, ведь здесь говорится о «неограниченном продолжении» прямых. А попробуйте-ка займитесь этим «неограниченным продолжением». Кто возмет на себя смелость сказать, что и в бесконечности параллельные прямые не сойдутся?.. То есть интуитивно, конечно, пятый постулат кажется бесспорным. Но интуиция диктуется опытом. Опыт же перед бесконечностью пас. Эвклид и сам скорее всего понимал, что с пятым постулатом не все обстоит чисто. Потому он и распределил изложение материала в своих книгах на две неравные части.

В первой сгруппированы теоремы, которые доказываются с помощью четырех начальных постулатов. Эта часть называется Абсолютной Геометрией. Во второй собраны теоремы, которые могут быть доказаны только при использовании пятого постулата. И эта вторая часть носит название собственно эвклидовой геометрии. Скорее всего некогда пятый постулат был теоремой. Однако ни одна из попыток доказать ее не увенчалась успехом. И тогда Эвклид включил упрямую теорему в число постулатов.

Математики так легко не примирились с решением Эвклида. «В области математики найдется мало вещей, — писал Карл Фридрих Гаусс, — о которых бы-

ло бы написаио так миого, как о пробеле в иачале геометрии при обосновании теории параллельных линий. Редко проходит год, в течеиие которого не появнлась бы попытка восполнить этот пробел. И все же еслн мы хотнм говорить честио н открыто, то нужно сказать, что, по существу, за 2000 лет мы не ушли в этом вопросе дальше, чем Эвклнд».

От плаиниметрии — геометрии иа плоскости — Эвклнд переходит в последннх трех киигах к геометрин в простраистве — стереометрии. Что же подразумевал Эвклид под пространством? В руках у вас, читатель, книга. Считайте ее плоскостью. А теперь подиимите ее плашмя над столом и опустнте снова. Объем, который прошла книга при этом движенин, и



есть эвклидово простраиство. Просто, правда? В этом пространстве должны быть удовлетворены все постулаты н аксномы Эвклнда, потому что онн суть его свойства. Да и кому в голову придет усомниться, например, в том, что прямую лниию можно продолжать в бесконечность. Илн что пространство всюду обладает одиими и теми же свойствами, что позволяет свободно передвигать любые фнгуры в пространстве, ие нарушая нх внутренннх связей.

От абстрактиого геометрического понятия эвклидова прострайства легко перейти к фнзическому простраиству, в котором мы с вами живем и двигаемся. А приложив к миру Эвклида иаглядные декартовы координаты, мы добиваемся полного слияния двух гео-

метрий: геометрии Эвклида и геометрии физического мира.

Можно сказать даже, что слишком легко понятия геометрии: точка, линия, фигура, тело — отождествляются с наблюдаемыми объектами. И хотя геометрическая точка является идеализацией точки физической, так и кажется, что подобная идеализация никак не может нарушить основ геометрии. Геометрические объекты физического мира казались настолько тождественными объектам, с которыми имеет дело геометрия, что из этого кажущегося тождества выросла уверенность в том, что для описания пространства физического мира даже формально не может быть построено другой геометрии, кроме эвклидовой. То есть, что геометрия Эвклида — это и есть единственно возможная геометрия физического мира!

Внимательный читатель должен был заметить небольшой логический «кувырок», поставивший взаимоотношения геометрий Эвклида и реального мира в нашем представлении с ног на голову. Родившись и пребывая в своем первоначальном состоянии в качестве предисловия к физике, геометрия воспользовалась полным отвлечением пространственных форм и отношений от материального содержания и превратилась в отрасль чистой математики. Превратилась, чтобы затем подменить собой систему взглядов, описывающих реальный мир. Это было тем более опасно, что, основанная на аксиомах и постулатах, эвклидова геометрия, хоть и вытекала из опыта, проблемой согласования своих выводов с опытом не интересовалась.

Подобные метаморфозы в истории науки не новость. Метод Эвклида был очень похож на метод Аристотеля. Точно так же постулировал Аристотель целый ряд свойств сил и их действий на тела, находящиеся в движении. Понадобился Галилей, чтобы возник вопрос об опытной проверке законов Аристотеля. И тогда казавшаяся совершенной логическая схема стагирского философа и построенная на ее основе механика оказались просто неверными. Галилей с помощью опыта опроверг Аристотеля и открыл дорогу новым законам механики.

Нечто подобное предстояло совершить и с геометрией Эвклида. Но лишь в конце XIX столетия люди поняли, что положения геометрии, описывающие свойства физического пространства, тоже можно и нужно проверять на опыте, как это делают с любыми законами физики. И это было великим открытием.

Царь Мидас из страны математики

Карл Фридрих Гаусс родился в Брауншвейге, в семье зажиточного мастера-водопроводчика, 30 апреля 1777 года. Мальчик часто поражал взрослых своими способностями к счету. Сохранилась даже легенда, как однажды трехлетний Карл поправил отца, допустившего ошибку в расчетах с подсобниками. Можно предположить, что именно эти способности привели юного наследника почтенного ремесленника в стены Геттингенского университета. Здесь студент Карл Гаусс со всей основательностью принялся за изучение математики. Геометрия Эвклида поразила и покорила его. Как и многие другие до него и после, Гаусс отдал немало сил честолюбивому стремлению доказать пятый постулат. Правда, в отличие от других он скоро убедился в принципиальной невозможности его доказательства. Одновременно выяснилась удивительная вещь: пятый постулат был настолько не связан с остальными, что, заменив его другим, можно было построить стройную систему взглядов, может быть, несколько иных, чем эвклидовы, но так же непротиворечивых. Даже допущение ошибочности пятого постулата не входило в противоречие с остальными четырьмя... Нет, молодому Гауссу не удалось превратить пятый постулат Эвклида в теорему. Но эта попытка дала ему прекрасное знание основ геометрии и на всю жизнь привила будущему математику любовь к этой строгой науке.

Заботясь о своем авторитете первого математика мира, Гаусс в дальнейшем никогда больше не возвра-

щался к пятому постулату. Но он на всю жизнь сохранил к нему интерес и ревнивое отношение к работам других математиков, касавшихся этой темы.

Со времен Эвклида вéрхом искусства геометров считалось умение построить с помощью только циркуля и линейки правильный пятиугольник, который потом, умножая его стороны, можно было бы превратить в десятиугольник, пятнадцатиугольник и т. д. Гаусс-студент открывает способ построения семнадцатиугольника. А через пять лет после окончания университета выпускает большой труд под названием «Арифметические исследования». Здесь, в последнем разделе своего сочинения, он приводит полностью разработанную теорию деления круга. Теперь математики могли строить любые многоугольники, не хвастаясь своим искусством.

В канун нового, XIX столетия, прямо в новогоднюю ночь, аббат ордена театинцев, основатель и директор астрономической обсерватории в Палермо, на острове Сицилия, Джузеппе Пиацци открыл первую малую планету в «пустом» промежутке между Марсом и Юпитером. В честь богини плодородия — покровительницы Сицилии — он назвал ее Церерой и написал о том в Миланскую и Берлинскую обсерватории. Неожиданно Пиацци заболел. Долгое время он был лишен возможности подходить к своему телескопу. Между тем на Европейском континенте бушевали наполеоновские войны. Италия была наводнена воюющими армиями, и письма астронома ползли черепашьими темпами. Когда же они наконец достигли адресатов, то, сколько ни всматривались астрономы в звездные россыпи, новооткрытой планеты нигде не было видно. Она вошла в соединение с Солнцем и безнадежно потерялась в его лучах. У Пиацци остались данные наблюдений движения беглянки всего лишь по небольшой дуге в несколько градусов. Сколько он ни бился над решением построения всей орбиты по этим скудным данным, ничего у него не получалось. Все положения, где должна была находиться планета после того, как она покинула район Солнца на небесной сфере, оказывались ложными. Церера была безнадежно потеряна. И вот тогда этим вопро-

сом занялся Гаусс, малоизвестный приват-доцент Брауншвейгского университета. Он изобретает новый точный способ вычисления орбиты небесного тела всего по трем измерениям и указывает место, где должна находиться исчезнувшая планета. Новогодняя история получила достойное завершение. Цереру, по указаниям Гаусса, отыскали в последнюю ночь 1801 года. Имя Гаусса получило широкую известность.

Между тем должность приват-доцента начала тяготить математического гения. Она давала ему всего восемь талеров в месяц. Этого было достаточно, чтобы не умереть с голоду, но слишком мало, чтобы заниматься наукой, не думая о том, как свести концы с концами. Гаусс ищет выход. Петербургский академик Фусс, с которым молодой человек поддерживал переписку, предложил перебраться в Россию. Там он обещал Гауссу место астронома и директора обсерватории с квартирой и окладом в тысячу рублей в год. Фусс гарантировал Гауссу избрание в действительные члены императорской академии и дальнейшее улучшение жизненных условий. Гаусс решил ехать. Случайно о его решении узнает эрцгерцог Брауншвейгский. Щедрым жестом он предлагает математику 400 талеров годового жалованья с тем условием, что тот не покинет родину. Тщательно взвесив все «за» и «против», практичный Гаусс остается в Брауншвейге.

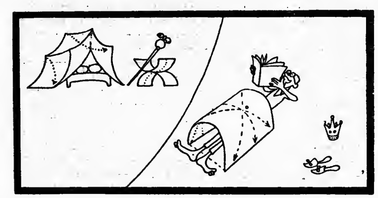
В 1802 году вторую малую планету открыл близкий друг Гаусса, известный уже нам врач и астроном-любитель Генрих Вильгельм Матеус Ольберс. Он назвал ее Палладой в честь дочери Зевса — Афины. И снова Гаусс вычислил ее орбиту, пользуясь своим методом. Результаты этих исследований, обработанные со скрупулезной точностью, появились в 1809 году в сочинении «Теория движения небесных тел». Эта работа принесла молодому математику всемирную славу. С 1807 года Гаусс — член Геттингенского ученого общества. В том же году он получает кафедру математики и астрономии в Геттингенском университете и до конца жизни не покидает Геттингена.

Лишь раз по настойчивому приглашению Алек-

сандра Гумбольдта выезжает он в Берлин на съезд естествоиспытателей.

Германия тех лет представляла собой удивительное сборище без малого трехсот крохотных государств. И в каждом свой герцог. В каждом свои законы. В этих малюсеньких государствах, властители которых изо всех сил пыжились, чтобы походить на настоящих королей и императоров, царила на редкость затхлая атмосфера. Но при каждом дворе или дворике непременная Академия наук. Непременно «свои» гении, содержащиеся для забавы, для представительства, питающиеся от щедрот сюзерена.

Одни бутовали, как Бетховен при дворе князя



Лихновского в Вене. Другие лавировали, стремясь воплотить свои идеалы, не вступая в открытый конфликт с окружающей социальной средой: так поступал Гейне в Веймаре. Третьи ценили кормушку, страшась возможной свободы и неустроенности, боясь остаться без покровителя, без привычных условий для главного и единственного в жизни — для науки: таким был Гаусс. Математика была страстью Гаусса, наука — его жизнью.

Дублинский математик Корнелий Ланцош пишет: «Гаусс чем-то напоминал легендарного греческого царя Мидаса. Царь Мидас обращал в золото все, к чему прикасался. Многие открытия Гаусса берут свое начало от некоторых случайных вопросов, которые

перед ннм ставнлнсь. И хотя самн по себе этн вопросы былн зачастую досадной нагрузкой, но, когда Гаусс брался за них с характернымн для иего тщательиостью н аккуратностью, он создавал нечто исключнтельно важное».

Математнка, астроиомня, геодезия, физика — во всех этих отраслях науки Гаусс, начнная с небольшого частного вопроса, заканчивал тем, что блестяще решал фундаментальиые задачи, продвигая науку дальше н дальше. Нет, ие зря современнки называли его первым математиком мира.

В 1820 году Гаусс получает указание от министра общественных дел Ганиоверского кияжества возглавить геодезнческую съемку государства н составить подробную карту для межеваиия н точного определения граинц земельиых владений. «Гаусс отнюдь ие пришел в восторг от своих новых обязаииостей». Но ои разработал специальиый прибор — гелиотроп — для усовершенствоваиия оптической сигнализацнн; нзобрел новый способ ианменьших квадратов для установлеиня длин, координат, дуг н других величин в астрономин н геодезнн. Заинтересовавшнсь формой земиой поверхности, он занялся углублением общего метода нсследоваиия кривых поверхиостей. И в конце концов, открыв в геометрин целое новое направление, создал математический аппарат, без которого ие смогла бы возникнуть общая теория относительиости. Потому что имеиио геометрические методы Гаусса явилнсь отправиой точкой в размышлениях Эйнштейна об общих системах отсчета.

А так как общая теория относнтельности — хлеб насущный современиой космологнн, то терпеливый читатель поннмает необходимость озиакомиться с геометрнческим открытием Гаусса поподробнее.

Заннмаясь проблемой нзмерения кривых поверхностей, Гаусс первым попробовал рассмотреть их «внутреннне», или «собственные», свойства, зависящие только от самнх нскривленных поверхностей. Он как бы попробовал проникнуть в пснхологию плоского двухмерного существа, жнвущего на такой поверхиости. Этот новый, совершеиио иеобычный взгляд означал фактически созданне новой, «внутреиией геометрнн» поверхностей.

В гостях у плоскунов и плоскатиков

Основными элементами геометрии всегда являлись прямые линии и углы. Без них геометрию не построишь, как не придумаешь правил правописания без букв. Но можно ли говорить о существовании прямых линий, например, на искривленной плоскости? Конечно, нет! — скажет поверхностный читатель. А глубокомыслящий задумается. Но давайте спросим у самого обитателя расплющенного мира. Ведь мы договорились, что на искривленной поверхности живут плоские, как вырезанные из полиэтиленовой пленки, существа. Итак.

Вопрос. Есть ли в вашем искривленном мире прямые линии?

Ответ. А почему же нет? Если прямая — кратчайшее расстояние между двумя точками, то, двигаясь, или, по-вашему, «ползя», в одном направлении, разве мы не будем совершать движение по прямой?..

М-да, против этого, пожалуй, не возразишь. Разве не так же мы, обитатели сферической (то есть искривленной) земной поверхности, строим «прямые как стрела» дороги и определяем кратчайшие расстояния между двумя городами? Ну, а коли есть прямые линии на искривленной поверхности, то есть и углы, треугольники, окружности, эллипсы...

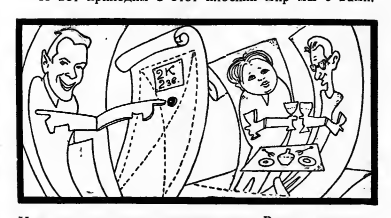
Короче говоря, обитатели кривого плоского мира вправе ожидать от своего «расплющенного Эвклида» построения науки, которая ничуть не хуже планиметрии.

Теперь представим себе, что эта искривленная поверхность замыкается в шар. Ее обитатели, если они достаточно малы по сравнению с радиусом шара, просто не замечают кривизны. Кстати, «кривизна» чрезвычайно важное геометрическое понятие. Кривизной называют величину, как раз обратную радиусу за-

кругления поверхности в рассматриваемой точке. У шара кривизна во всех точках одинакова. После такого открытия грешно не попытаться в лучших традициях древних греков соорудить аксиому со стандартным началом. «Очевидно, что чем больше радиус, тем меньше кривизна!» Прекрасно!

Теперь вернемся к нашим «расплющенным» мыслителям, живущим на поверхности здоровенного шара, но не знающим этого. Их геометрия ничем не отличается от эвклидовой. Точно так же они станут утверждать, что прямые линии бесконечны, треугольники подобны, а параллельные никогда не пересекаются.

И вот приходим в этот плоский мир мы с вами.



Нам тоже пришлось расплющиться. Вы не возражаете? Но все равно и в этом непривычном состоянии мы с вами гиганты мысли. Мы строим на поверхности шара, которую тамошние интеллектуалы именуют плоскостью, треугольник. И предлагаем измерить сумму его углов. Плоскуны-геометры меряют — вроде 180°. В пределах ошибки. Тогда мы растаскиваем, растягиваем стороны треугольника на полмира, в смысле на полшара. Плоскуны снова измеряют и обнаруживают... Ну мы-то, конечно, с самого начала знали, что сумма углов в криволинейном треугольнике не равна 180°, и потому не удивляемся этому результату.

Итак, на поверхности сферы сумма углов треуголь-

ника оказывается больше двух прямых, больше 180°. Попробуем сделать еще одну проверку, на этот раз первого постулата: «Из каждой точки к каждой точке можно провести прямую линию (и притом только одну)». Но «прямыми» на сфере являются дуги больших кругов — меридианы. А таких, от полюса до полюса, например, можно провести бесчисленное количество. Опять промах.

Второй постулат: «и чтобы ограниченную прямую можно было непрерывно продолжать по прямой». Отправимся в кругосветное путешествие, держась все время строго одного направления. Мы объехали сферический мир и вернулись к следам своих мокасин... Это значит, что законы Эвклида для сферы неприемлемы. Шар требует другой, неэвклидовой геометрии.

Подобный пример в свое время заставил Гаусса крепко задуматься. Как же быть тогда с нашим собственным миром? Действительно ли правдоподобные, но совершенно бездоказательные постулаты Эвклида отражают объективную реальность? А может быть, истинные законы геометрии нашего физического мира совсем иные?.. Вот когда понадобилась впервые проверка геометрии опытом. Нет, нет, Карл Фридрих Гаусс вовсе не собирался взрывать систему Эвклида, как это сделал в свое время Галилей со взглядами Аристотеля. У Карла Фридриха был не тот характер. Но истине он служил честно. Истина же требовала проверки.

Потихоньку, воспользовавшись наличием в своем топографическом хозяйстве угломерных инструментов, Гаусс выбирает вершины трех гор, хорошо заметных на горизонте. То были Хохер-Хаген, Инзельсберг и знаменитый Брокен — согласно поверьям, излюбленное место шабаша ведьм. Вершины составили подходящий по величине треугольник. Гаусс измеряет его углы со всей доступной инструментам точностью. Измеряет, считает, снова измеряет. Нет! Никакого отклонения от 180° сумма углов треугольника не давала. Разочарование?

Конечно! Однако Гаусс никому о нем не говорит. Он не уверен в собственной интуиции и неоднократно в письмах к друзьям то выражает свое недоверие

Эвклиду, то снова принимает его взгляды безоговорочно. В конце концов он все-таки отказался от постулатов, заменив их фундаментальными величинами, которые можно точно измерить в каждой точке поверхности, воспользовавшись для этого системой изобретенных им криволинейных (гауссовых) координат. Эти измерения сами по себе дают понятие о кривизне поверхности независимо от пространства, в котором эта поверхность находится. Ведь о форме поверхности мы судим, как правило, извне, держа ее в руках или перед глазами.

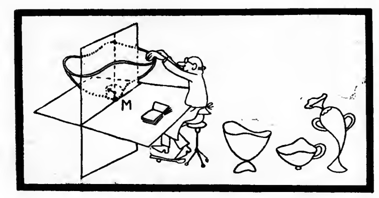
Так, лист бумаги, лежащий перед вами на столе, — плоскость. А рулон линолеума имеет цилиндрическую поверхность. А как мы убеждаемся в том, что Земля — шар? Когда в Ленинграде вы смотрите на ночное небо, Полярная звезда стоит высоко над головой. Но погрузитесь в самолет. Через три часа вы на берегу Черного моря. Темной южной ночью поищите свою знакомую Полярную звезду, и вы заметите, как сильно сместилась она к горизонту. На море есть и еще одна возможность ощутить округлость земного бока. Уходит от берега корабль. И чем дальше, тем глубже, кажется нам, погружается он в пучину. Сначала исчезает корпус, потом трубы и наконец мачты... Кругла Земля! Третье измерение позволяет нам зафиксировать этот факт из внешнего, окружающего нашу поверхность пространства. Эта кривизна так и называется внешней, и характеризуется она уже знакомым нам радиусом кривизны.

А как быть, если у нас нет никакой информации о внешнем пространстве? Помните, мы же с вами добровольно согласились расплющиться. Пожалуй, наряду с кривизной внешней должна существовать и кривизна внутренняя, характеризующая поверхность из ее собственных внутренних свойств. Конечно, эта характеристика не столь наглядна. Но получается она благодаря измерениям, производимым на самой поверхности.

Лучше же всего характеризовать кривизну любой поверхности так называемой полной, или гауссовой, кривизной. Тут мы подходим к замечательному открытию, которое совершил Гаусс, исследуя искривленные поверхности.

«Великолепная теорема» Гаусса

Давайте вспомним или познакомимся с тем, как обычно геометры характеризуют кривизну искривленной поверхности в окрестностях избранной точки M. Прежде всего они строят плоскость, касательную к поверхности в исследуемой точке, и восстанавливают перпендикуляр. Затем проводят через перпенди-



куляр множество секущих плоскостей. Каждая из них пересекает поверхность по какой-то кривой, которую вблизи точки M можно считать частью окружности большего или меньшего радиуса. И вот оказывается, что окружности самого большого и самого маленького радиусов лежат всегда во взаимно перпендикулярных плоскостях сечения. Геометры берут величины, обратные этим радиусам (их называют главными радиусами кривизны), и перемножают:

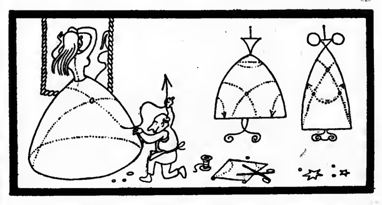
$$\frac{1}{R_{\max}} \cdot \frac{1}{R_{\min}} = K.$$

Получают, полную, или гауссову, кривизну.

Конечно с точки зрения двухмерных жителей ис-

кривленной поверхности касательная плоскость, перпендикуляр к ней, секущие плоскости и все, что выходит за пределы двухмерного мира, — все это недоступно пониманию двухмерного разума, все это для его мираж, нереальность и фантастика. Как же быть?.. И вот Гаусс доказал, что полная кривизна может быть без всяких дополнительных построений выражена через результаты измерений на самой поверхности. Понимаете, независимо от внешнего, окружающего пространства! Это открытие получило название «великолепной теоремы».

Красиво, правда? Любили предки оформлять свои достижения. Любили и умели, нужно отдать им должное.



Величие гауссовой теоремы заключается в том, что полная кривизна абсолютно характеризует поверхность в исследуемой точке. Она доступна жителям двухмерного мира и определяет ту геометрию, которую следует им применять. Плоскуны и плоскатики могут вообще не иметь понятия, что такое «кривизна» собственного мира. Но, получив путем измерений абстрактную величину гауссовой кривизны, равную нулю, они должны пользоваться самым простым типом геометрии — эвклидовой. Если же число К окажется на всей поверхности одинаковым и больше нуля, ряд постулатов Эвклида теряет смысл и нужно применять законы другой — сферической геометрии.

Вообще говоря, «внутренняя» и «внешняя» геометрии могут сильно отличаться друг от друга. Возьмем, например, три геометрические фигуры: плоскость, цилиндр и конус. Внешне выглядят они совсем по-разному. А внутренняя их суть?..

Давайте раздвоимся. Пусть одна наша половинка расплющится и перейдет жить на плоскость, ну хотя бы на лист этой книги. Вторая же часть пусть продолжает сидеть или лежать, держа уцелевшей рукой книгу перед уцелевшим глазом. А теперь аккуратно свернем лист в цилиндр или в конус-кулек и зададим своей расплющенной половинке несколько вопросов.

— Эй, двухмерный, как там у тебя с геометрией?

— Все так же. Как была эвклидовой, такой и осталась...

— Подожди, разве ты не чувствуешь изменений?

— Нет. Гауссова кривизна равна нулю по-прежнему.

И ведь он прав, наш двухмерный двойник. У плоского листа бумаги оба радиуса кривизны, R_1 и R_2, имеют бесконечно большое значение. Следовательно, произведение их обратных величин даст нуль. Но нуль можно получить, имея и один радиус бесконечным. Значит, и цилиндр и конус будут обладать внутренней геометрией, неотличимой от эвклидовой на плоскости.

Другое дело, если бы нам пришла в голову фантазия превратить плоский лист бумаги в сферу. Впрочем, вряд ли это кому-либо удастся, не сминая листа в складки или не разрывая его поверхности. Сфера — поверхность совсем другого характера, чем плоскость, и потому ее внутренняя геометрия не такая, как у плоскости. И кривизна ее имеет положительное значение, а не равна нулю.

Фактически Гаусс заложил основы совсем новой геометрии, опирающейся на опыт, на измерения, а не на постулаты. Правда, его исследования касались лишь поверхностей двух измерений. Но это была тропа, которая должна была вывести математиков на широкую дорогу обобщений.

Коперник геометрии

«Чем Коперник был для Птолемея, тем был Лобачевский для Эвклида. Между Коперником и Лобачевским существует поучительная параллель. Коперник и Лобачевский — оба славяне по происхождению. Каждый из них произвел революцию в научных идеях, и значение каждой из этих революций одинаково велико. Причина громадного значения той и другой революции заключается в том, что они суть революции в нашем понимании космоса», — писал молодой, жизнерадостный, но уже неизлечимо больной чахоткой английский математик Вильям Клиффорд. Писал спустя едва ли двадцать лет после смерти великого русского геометра.

11 февраля 1826 года в Казанском университете состоялось заседание физико-математического отделения, на котором слушался доклад профессора математики Николая Ивановича Лобачевского, посвященный доказательству «теоремы о параллельных». Коллеги без особой охоты сходились в этот ненастный февральский день на совещание.

В университете любили порывистого, безотказного Лобачевского, который всегда охотно откликался на просьбы товарищей. Кто не помнил, что именно Николай Иванович взялся читать математику на всех курсах вместо уехавшего в Дерпт (ныне Тарту) профессора Бартельса. А когда из отпуска не вернулся в Казань профессор физики Броннер, то Лобачевский принял на свои плечи и его курс одновременно с заведованием физическим кабинетом и заботами о его оборудовании. Он замещал астронома Симонова, ушедшего в плавание с экспедицией Беллинсгаузена, и пекся о судьбе университетской обсерватории. Библиотека — любимое детище Лобачевского, особенно ее физико-математический раздел... Он декан отделения и едва ли не самый активный член строитель-

ного комитета, курирующего постройку главного корпуса университета. Непонятно, когда он успевает еще заниматься наукой.

Некоторое время тому назад Лобачевский передал совету отделения свое сочинение, озаглавленное «Сжатое изложение начал геометрии со строгим доказательством теоремы о параллельных». Но ни профессора Симонов и Купфер, ни адъюнкт Брашман не спешили с отзывом. Более того, ходили слухи, что мемуар профессора Лобачевского недоступен пониманию нормального человека. Профессора заранее жалели коллегу, на которого нашло затмение... Но вот он на кафедре. Густые, темные, вечно перепутанные в беспорядке волосы, пронзительный взгляд глубоко посаженных серых глаз.

В университете Лобачевский в восемнадцать лет стал магистром. Три года спустя его раньше срока производят в адъюнкт-профессора, а еще через два года он получает кафедру чистой математики и должность профессора. В те годы люди рано стремились к зрелости. Двадцатилетний молодой человек без специальности, без образования, без дела твердо считался пустоцветом и оболтусом. Сто пятьдесят лет назад не могли возникнуть восторги по поводу «запоздалого инфантилизма» — столь модной в наше время проблемы. Конечно, жизнь наших современников стала длиннее. Но вряд ли срок, отпущенный природой на свершение великих дел, возрос так же пропорционально. Долгая старость — не просто время отдыха человека, и право на поучения не дает только седая борода. Мудрость, как и честь, копится смолоду, и счастлив и велик тот народ, чья молодость чтит своих стариков. Но каждую награду следует заслужить...

«Господа, — начал Лобачевский, — трудности понятий увеличиваются по мере их приближения к начальным истинам в природе... Эвклидовы «Начала», несмотря на все блистательные успехи наши в математике, сохранили до сих пор первобытные свои недостатки...»

Сколько пришлось ему передумать, прежде чем он отважился заявить об этом с трибуны, прежде чем в результате трудной и мучительной работы мысли открылся ему удивительный путь от попытки доказа-

тельства пятого постулата Эвклида к неведомому. Путь, который привел его к открытию нового мира с новой системой измерения — новой геометрией.

«...Изложение всех моих исследований в надлежащей связи потребовало бы слишком много места и представления совершенно в новом виде всей науки...»

Ход рассуждений докладчика действительно чрезвычайно сложен, хотя и строго логичен. Размышляя над возможностями доказательства пятого постулата Эвклида, Лобачевский подумал: а не попытаться ли идти от противного? Предположим, мы оставим четыре начальных постулата в неприкосновенности и отбросим пятый? Или еще лучше, отбросим пятый постулат и потребуем, что через точку, находящуюся вне прямой, можно провести не одну, а целый пучок прямых, параллельных данной? И на новой системе аксиом попытаемся построить новую геометрию... Очевидно, что труд сей должен привести к одному из двух:

либо, если пятый постулат является следствием первых четырех, новая система где-то придет к абсурду, так как строится она на предположении, противоречащем следствию;

либо, если логического противоречия в новой геометрии не окажется, это будет служить доказательством того, что пятый постулат совершенно не зависит от остальных.

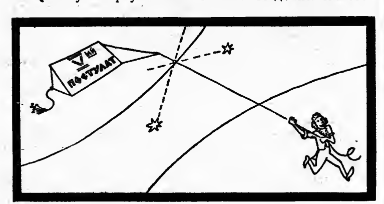
Тогда новая система взглядов явится геометрией, описывающей некий воображаемый, отличный от Эвклидова, мир. Мир, в котором через точку, лежащую вне прямой, можно провести множество прямых, не пересекающихся с данной... Лобачевский все еще пробует пояснить ход своих мыслей и переходит к следствиям, вытекающим из эвклидовых постулатов.

«В новой геометрии два только предложения возможны — продолжает оратор, не обращая внимания на созревшее у слушателей отчетливое недоумение,— или сумма трех углов во всяком прямолинейном треугольнике равна двум прямым углам — это предположение составит обыкновенную геометрию; или во всяком прямолинейном треугольнике эта сумма менее

двух прямых, и это последиее предположение служит основаиием особой геометрии, которой я дал назваиие «воображаемой геометрии».

Коллеги перешептываются, улыбаются, ие поиимая, зачем профессору Лобачевскому эта чушь, зачем поиадобилось иниспровергать существующий порядок его величества здравого смысла. Эх, молодость, молодость... А ведь разумеи, эиергичеи. Ну иичего, остепеиится, оставит глупости...

Его даже ие пытались понять. Впрочем, может быть, ие могли?.. Может быть, перед иами обычная трагедия геиия — человека, идущего впереди своей эпохи?.. Особеиио нелепо звучал для математиков вывод Лобачевского о том, что в «воображаемой геометрии» угол треугольиика зависел от длииы его сто-



рои... Это уже «ие лезло ии в какие ворота». Разве что доказывало полиую иелепость развиваемых взглядов. Ведь любая стороиа треугольиика — отрезок. Отрезок можио измерить. Можио дюймами, можио вершками, аршииами, верстами, иакоиец, метрами или километрами, если господину Лобачевскому так иравятся меры длины, введеииые революциоиной Фраицией. А что такое угол? Отвлечеииая величина, измеряемая градусами или радиаиами. Какая же связь может существовать между иесоизмеримыми разнородиыми величииами?

Нет, в 1826 году идеи Лобачевского ие иашли ии сочувствия, ии поиимаиия у современииков. Оии ие

были наглядны! Вот если бы он начертил пресловутый треугольник с углами, сумма которых была меньше 180°, если бы он дал пощупать пальцами кусок плоскости, на которой реализуются четыре постулата Эвклида и пятый — Лобачевского, если бы они, современники, смогли провести на этой плоскости с отрицательной кривизной карандашом линию, которая действительно была бы кратчайшим расстоянием между двумя точками... Тогда они, может быть, поверили бы. Может быть... Потому что достаточно вспомнить первые телескопические открытия Галилея, чтобы представить себе, какую борьбу должно совершить новое, дабы получить признание. Впрочем, консерватизм — это не только отрицательное качество, присущее обществу. Консерватизм — это своего рода антибиотик, предохраняющий общество от незрелых или кратковременных идей. Действительно, великие идеи все равно пробивают себе дорогу.

Год спустя после доклада на заседании отделения Николая Ивановича Лобачевского избрали ректором университета. И с тех пор он девятнадцать лет бессменно, четыре раза пройдя через перевыборы, стоял у кормила Казанского университета. Студенты, особенно математики, обожали своего ректора. За внешней хмуростью молодежь безошибочно угадывала большое и доброе сердце. Сколько анекдотов ходило о ректоре в студенческой среде.

Однажды в книжной лавке Николай Иванович обратил внимание на молоденького продавца, увлеченного чтением. Книжка показалась ему знакомой. Он подошел ближе. Действительно, в руках юноши был математический трактат. Сколько трудностей пришлось преодолеть Лобачевскому, прежде чем способный юноша И. Больцани, так звали продавца, поступил в университет. Ректор не ошибся. Молодой человек с блеском окончил курс обучения и стал профессором физики Казанского университета. Причем случай с Больцани был далеко не единственным. Ректор много помогал питомцам своего университета, не требуя ни наград, ни благодарностей.

В 1829 году основные результаты работы Лобачевского появились в «Казанском вестнике». Опубликование не принесло Николаю Ивановичу радости. Те-

перь над ним открыто смеялись уже не только коллеги по Казанскому университету. Петербургская академия устами уважаемого своего члена академика Остроградского дала отрицательный отзыв его работе. Говорят, почтенный академик так выразился о казанском профессоре: «Лобачевский — недурной математик, но, если надобно показать ухо, он непременно покажет его сзади, а не спереди».

Лобачевский не сдается. Он пишет статьи на немецком, французском языках, популяризируя взгляды неэвклидовой геометрии. Одиноким гигантом идет он к цели, которая была видна лишь ему одному. Идет, опустив забрало, чтобы стрелы, пускаемые в него лилипутами, по выражению одного из учеников, не уязвляли.

Но стрелы уязвляли. Ведь и гений — человек! Из той же плоти и крови. Что поделать, если глаза его зорче, чем у остальных людей. Если разум могущественнее.

Общество, в котором жил Лобачевский, заставляло жестоко расплачиваться своих членов, не желающих подходить под стандарт. Не поняли окружающие и талантливого венгерского математика Яноша Больяи, пришедшего некоторое время спустя к взглядам, аналогичным взглядам Лобачевского. Некоторые социологи сегодня считают, что в этом находит выражение закон самосохранения общества. Гений — всегда протест. Нельзя сделать новый шаг, не разметав устоев условностей, накопленных обществом. «Воображаемая геометрия» была вызовом здравому смыслу. И ощетинившийся обыватель принял бой. В реакционном журнале «Сын Отечества», который редактировал печальной памяти Ф. Булгарин, появляется издевательская анонимная рецензия... «Воображаемая геометрия» Лобачевского раздражала не только математиков.

Вспомним эпоху. Мало того, что постулаты Эвклида почитались священными и неприкосновенными истинами. В философии царили взгляды Иммануила Канта, отошедшего от материализма молодости. Кант считал, что пространство и время не являются объективно-реальными, не существуют в мире «вещей в себе». По его мнению, пространство

и время не более чем формы чувственного созерцания. Так сказать, это формы, упорядочивающие любые ощущения, получаемые от реального мира. Таким образом, не принадлежа к объективному миру, существующему независимо от человека, пространство и время являются лишь созданиями человеческого разума. А следовательно, и законы геометрии люди могут устанавливать не из опыта, а исходя из собственных представлений. Представления же человека о пространстве зафиксированы непоколебимыми постулатами Эвклида. Подобный ход рассуждений привел философа к выводу о непреложности законов геометрии и абсолютном характере пространства и времени.

Лобачевский до конца жизни стоял на материалистических позициях, считая, что только опыт может служить критерием истинности любой геометрии. «Спрашивайте природу! Она хранит все истины и на вопросы ваши будет отвечать непременно и удовлетворительно», — говорил он в своей ректорской речи о важнейших предметах воспитания.

Но предполагал ли сам Лобачевский, что его «воображаемая геометрия» не просто логически непротиворечива, но действительно более правильно описывает пространство окружающего мира? Да! Тысячу раз да! Николай Иванович был убежден, что люди не могут навязывать природе законы геометрии. И потому он отрицал взгляды Канта. Как и Гаусс, Лобачевский пытался на практике измерять сумму углов треугольника. Он понимал, что истинность его геометрии для реального пространства может быть доказана лишь при измерениях очень больших расстояний. И Лобачевский строит треугольник с вершинами на Земле, Солнце и Сириусе и, пользуясь известными в его время астрономическими данными параллаксов звезд, пытается вычислить сумму его углов.

Увы, точность угломерных инструментов в его время была недостаточной, а следовательно, и значения параллаксов — приближенными. Рассчитанное отклонение суммы углов от 180° лежало в пределах ошибки измерений. Но отрицательный результат не обескуражил великого геометра. Он понимал, что неудача

связана с несовершенством приборов и с тем, что выбранный треугольник был еще слишком мал...

За год до своей смерти слепой Лобачевский продиктовал по-французски свое последнее сочинение «Пангеометрию». Эвклидова геометрия не отрицалась «воображаемой геометрией», она просто являлась ее наиболее простым частным, или, если угодно, предельным случаем, когда гауссова кривизна (она отрицательная в гиперболической геометрии Лобачевского) становится равной нулю.

История последовательного расширения геометрии, идущая от пятого постулата Эвклида до геометрии Лобачевского и Больяи и дальше к Риману и Эйнштейну, является серьезным предостережением тем, кто, занимаясь вопросами космологии, слишком легко экстраполирует то, что он знает о «здесь» и «сейчас», на то, что лежит и происходит «там» и «тогда». Вряд ли стоит, изучив геометрию собственной комнаты, экстраполировать ее выводы на всю вселенную вообще.

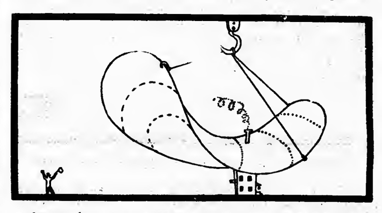
Реальное строительство «воображаемого мира»

И все-таки Лобачевский до конца жизни не был удовлетворен результатами своей работы. Его мучило сознание ее незавершенности, отсутствие доказательства того, что «воображаемая геометрия» принципиально не может привести к абсурду. То есть он-то не сомневался в ее правильности, но вот окружающие... Ах, если бы ему, начертив воображаемые линии и фигуры, написать на чертеже одно-единственное слово: «Смотри!» Когда-то в древности это слово, поставленное на чертеже, заменяло доказательство... Увы, подобного «абсолютного доказательства» Николай Иванович так и не нашел.

В 1868 году, всего 12 лет спустя после смерти великого русского геометра, итальянский математик Эудженио Бельтрами опубликовал скромный мемуар «Опыт интерпретации неэвклидовой геометрии». Ме-

муар, который грохотом своего взрыва (его сравнивали с бомбой) разметал всех скептиков, всех тех, кто не верил в «воображаемую геометрию» Лобачевского. Мемуар, которого так недоставало при жизни Николая Ивановича...

Профессор математики Бельтрами некоторое время занимался картографией, для чего изучал способы отображения искривленной поверхности Земли на плоском листе бумаги. При этом ему пришлось столкнуться с весьма малоизученным вопросом о поверхности постоянной отрицательной кривизны — сферы наоборот, или псевдосферы. Когда-то, в конце прошедшего XVII столетия, о «мнимой сфере» говорил и писал Иоганн Ламберт — математик, физик, астроном



и философ, со взглядами которого мы уже знакомы. Однако вряд ли Бельтрами знал о работах Ламберта. Рассмотрев большой класс поверхностей с постоянной отрицательной кривизной, Бельтрами умудрился построить их. Любознательный читатель может увидеть разновидность такой поверхности на нашем рисунке. Она похожа на седло. Самым же замечательным оказалось то, что геометрия на таких поверхностях была геометрией Лобачевского!

Вот когда пришло прозрение для всех неверующих. Вот когда Бельтрами смог воскликнуть столь желанное «смотри» и указать на чертеж. Псевдосфера-поверхность, находящаяся в привычном эвклидовом пространстве, являлась пресловутой «воображае-

мой» плоскостью Лобачевского. Но если такая плоскость (или двухмерное пространство) существует, то и ее геометрия не может быть ложной.

Мемуар Бельтрами совершил настоящий переворот. Имя Лобачевского озарилось сиянием славы. Увы, посмертно.

К сожалению, нарисовать или представить наглядно трехмерное пространство, подчиняющееся аксиомам геометрии Лобачевского, невозможно. У автора не хватает фантазии даже на аналогии. А отсутствие таковых в специальной литературе не позволяет прибегнуть к заимствованию. Придется воспользоваться единственным выходом — логикой...

Двухмерное пространство нулевой кривизны — плоскость. Та же нулевая величина кривизны определяет и эвклидово пространство, отличающееся от плоскости лишь наличием еще одного измерения.

Двухмерное пространство отрицательной кривизны — плоскость Лобачевского. Та же отрицательная величина кривизны определяет и неэвклидово пространство Лобачевского, отличающееся от плоскости Лобачевского лишь наличием еще одного измерения.

Представить себе его наглядно — трудно, но математически оно описывается безукоризненно. Кривизну пространства можно измерить опытным путем. И тогда в пространстве отрицательной кривизны сумма углов треугольника будет зависеть от величины его сторон и составлять меньше 180°. Через точку, лежащую вне «прямой», можно будет провести не одну, а целый пучок «прямых», не пересекающихся с данной, и так далее и тому подобное. Все так, как предсказывал еще в 1826 году Николай Иванович Лобачевский на заседании физико-математического отделения Казанского университета.

Мемуар Бельтрами возродил интерес к неэвклидовой геометрии. Появляется множество работ, у псевдосфер обнаруживаются некоторые особенности, которыми плоскость Лобачевского не обладает. Математики предлагают другие модели и другие интерпретации не только плоскости, но и пространства Лобачевского. Об одной из них, забегая по времени вперед, автор собирается поведать.

Представим себе поезд, мчащийся по рельсам. Вдоль состава, в направлеиии движеиия в вагои-ресторан, идет пассажир. Чему равиа его скорость относительно пролетающих за окнами полустанков? Все просто — сумме скоростей поезда и его движения вдоль вагона.

На обратном пути его движение уже не столь прямолинейно. Пошатываясь, он двигается под разными углами к направлеиию движения поезда. Теперь его скорость относительно тех же полустанков равна разности скоростей. Но не просто от скорости поезда в 120 км/час иужно отнять 2 км/час, которые он преодолевает, добираясь до своего купе. Нет, полная скорость определится как векторная разиость. А сложеиие и вычитание векторов производится по правилу параллелограмма.

Мы вспомииаем о Пифагоре и приходим к мысли, что законы сложения скоростей подчиияются правилам эвклидовой геометрии. Или, как приинято говорить среди специалистов, геометрия простраиства скоростей — эвклидова. Впрочем, такое заявлеиие — спекуляция чистой воды. Решить, какой геометрией является геометрия простраиства скоростей, должен опыт. И вот опыт-то и обнаружил в простраистве скоростей первое противоречие со свойствами эвклидовой геометрии. Случилось это так.

В 1877 году америкаиские физики Майкельсои и Морли поставили эксперимент, который обещал просветнть физику в отношении противоречивых свойств мирового эфира. Автору пока не хотелось бы вдаваться в подробности опыта и задач, которые ставили перед собой экспериментаторы. Это увело бы повествование слишком далеко в сторону. Сейчас нам важно то, что в опыте сравнивалась скорость света Солнца в двух направлеииях: с востока на запад — вдоль и с севера на юг — поперек движения Земли по орбите.

Сумма двух векторов, совпадающих по направлению, всегда больше суммы тех же векторов, направленных под углом друг к другу. И потому Майкельсон и Морли ожидали, что скорость света в сумме со скоростью движения Земли по разным направлениям даст разные велнчины. Каково же было их

изумление, когда оказалось, что, с чем бы ни складывалась скорость света, она всегда остается одной и той же.

Значит, законы Эвклида для сложения скоростей не годятся! Значит, геометрия пространства скоростей неэвклидова. Забегая еще вперед, скажем, что в 1908 году немецкий математик Клейн обнаружил, что геометрия скоростей в точности совпадает с геометрией Лобачевского. «Из всех неэвклидовых геометрий, — пишет Я. А. Смородинский, — геометрия Лобачевского оказалась самой реальной, в то время как «реальная» эвклидова оказалась лишь приближенной моделью».

Удивительные пространства Георга Фридриха Бернгарда Римана

Но продолжим историю конструирования новых миров, начатую нашим великим соотечественником.

Осенью 1853 года на математический факультет Геттингенского университета никому не известный доктор наук Риман подал конкурсную работу на соискание должности приват-доцента. По существующим правилам, кандидат должен был предложить еще три темы для пробной лекции. Глава факультета утверждал одну из них, и после прочтения лекции кандидатом совет окончательно решал вопрос о пригодности соискателя к преподавательской работе.

В Геттингене математический факультет возглавлял Гаусс. Он знал Римана еще по докторской диссертации. И существует мнение, что побаивался гения молодого человека, видя в нем равного себе... Риман представил на рассмотрение три темы. Две из них не вызывали ни у кого ни малейшего сомнения. Третья же, посвященная основам геометрии, была абсолютно «темной лошадкой». Впрочем, Риман и не собирался выбирать ее в качестве темы пробной лекции. Обычно

руководитель факультета утверждал самую первую тему из представленного списка, и на этом дело заканчивалось. Гаусс избрал третью.

Известный немецкий математик Вебер пишет: «Гаусс не без умысла выбрал именно данную тему из трех предложенных Риманом. Он сам признавался, что ему страстно хотелось услышать, как такой молодой человек сумеет найти выход из столь трудной игры».

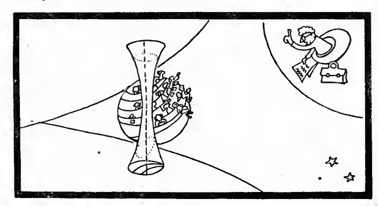
Риману понадобилось почти полгода для окончания работы над вопросами, лишь намеченными названием темы. И вот наконец «Геттингенский Колосс» назначает заседание коллегии...

Лекция Римана называлась «О гипотезах, лежащих в основании геометрии». Докладчик рассматривал геометрию в наиболее обобщенном виде, как учение о непрерывных многообразиях не только привычных нам трех измерений, но и любых других n измерений. Если в таких многообразиях определено или задано расстояние между бесконечно близкими их элементами, то есть известна метрика, то Риман называл такие многообразия пространствами, характеризуя их свойства кривизной.

Здесь, пожалуй, уместно немножно отступить в прошлое. Мысли о возможности существования у пространства не трех, а четырех измерений появились в математике очень давно. Историки отыскивают их еще во времена Диофанта, в 250 году до нашей эры. В более отчетливой форме высказывает ее Абу-л-Вафа Мухаммед ибн Мухаммед ал-Бузджани, уроженец Хоросана, работавший в X веке при дворе Буидов в Багдаде. Затем время от времени идеи о возможности обобщения пространственного измерения с трехмерного на четырехмерное и больше возникали у некоторых европейских математиков, вызывая недоверие у окружающих. Так было, пока в 1788 году французский математик Даламбер не присоединил к пространственным координатам x, y и z четвертую координату — время t. Правда, эта последняя не пользовалась равными правами со всеми остальными. Если в пространстве можно двигаться в любом направлении, то дорога времени имеет знак одностороннего движения: от прошлого к настоящему и в будущее.

Но не наоборот, дабы не нарушать принципа причинности, на котором основан мир. Тем не менее после Даламбера идея четвертого измерения пространства получила развитие в работах многих математиков. А затем пришла пора и не только четырехмерного, но и пяти-, и шести-, и вообще n-мерных пространств.

Дотошного читателя может заинтересовать вопрос: кому и зачем могут понадобиться подобные фантастические, непредставимые наглядно построения абстрактной математики? Дело в том, что отношения, установленные многомерной геометрией, могут истолковываться не обязательно как пространственные, а как совсем другие отношения между объектами, связанными законами многомерья. Один из возможных примеров приводит Э. Кольман в книге «Четвертое измерение».



Представьте себе, например, облачко газа, состоящее из n молекул. Каждая молекула этого газа в любой момент времени занимает некое положение в пространстве, определяемое тремя координатами. Но, кроме того, каждая молекула обладает еще определенным импульсом (равным произведению массы на мгновенную скорость). Импульс же имеет тоже три слагаемых, три проекции на оси координат. Таким образом, для определения состояния материальной точки — молекулы потребуется шесть характеризующих ее величин. Иначе говоря, движение каждой мо-

лекулы можно теперь описать как движение точки в шестимерном пространстве. А изменение состояния всей системы из n молекул — как движение некой материальной точки в $6n$-мерном фазовом пространстве. Причем линия траектории этого движения, называемая «фазовой траекторией», будет описывать изменение состояния всей системы газовых молекул. Такой метод многомерного фазового пространства применяется в различных науках: в механике и термодинамике, в физической химии и квантовой механике.

Риман изложил в своей лекции принципы многомерной геометрии в наиболее обобщенном виде. Он положил в основу своих исследований гауссовский элемент длины, то есть бесконечно малое расстояние между двумя точками. Некогда эта идея позволила Гауссу построить внутреннюю геометрию искривленной поверхности. На этом Гаусс остановился. Риман же перенес этот метод, эту идею с поверхности, или иначе с пространства двух измерений, на пространства трех и более измерений, обобщив и построив новые удивительные геометрии удивительных миров.

«Я поставил перед собой задачу сконструировать понятие многократно протяженной величины», — говорил Риман и набрасывал перед слушателями причудливые контуры «гиперпространств». Он рассуждает, что ежели могут существовать разные поверхности, то есть двухмерные пространства — плоские, эллиптические или такие поверхности, как плоскость Лобачевского, характеризующиеся различной по знаку и по величине гауссовой кривизной, то так же могут существовать и трехмерные или трижды протяженные величины и n-мерные. Причем в свете этих обобщений геометрия Эвклида и геометрия постоянной отрицательной кривизны Лобачевского, так же как и геометрия пространств постоянной положительной кривизны, которую мы теперь называем геометрией Римана, являются лишь частными случаями. Рассматривая вопрос о пространстве положительной кривизны, Риман распространил на него все свойства сферической поверхности. Так же как на сфере «прямые» линии не могут продолжаться бесконечно, потому что замкнуты сами на себя, в сферическом пространстве «прямая» линия должна быть замкнутой.

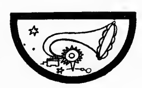
Сегодня можно предложить такой пример: обладай наше пространство положительной кривизной, луч света или космический корабль, посланные с Земли по прямой, через n лет непременно бы возвратились в исходную точку. А будь эта кривизна такой же большой, как в фантастических рассказах, человек всегда видел бы перед собой собственный затылок...

Получалось, что сферическое пространство должно быть конечно и безгранично, как конечна и безгранична поверхность любого шара. Да, привыкнув к бесконечности пространства Эвклида, такую конструкцию представить себе было трудно даже мысленно.

Гаусс был потрясен глубиной мысли Римана. Кандидат был принят на службу и через три года занял должность профессора.

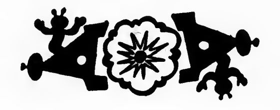
Тридцать один год исполнилось сыну бедного сельского пастора из Брезеленце, когда он впервые получил возможность думать только о науке.

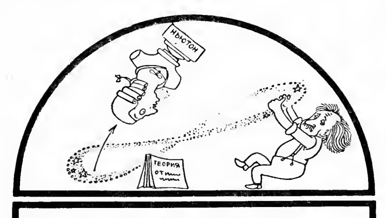
Содержание пробной лекции не было напечатано. Риман не стремился к публикациям. Тем более этой работы, которая, как он видел сам, была доступна весьма ограниченному кругу людей. Высказав в общем виде свои идеи, он больше не возвращается к ним. Он много работает. Пишет несколько блестящих математических мемуаров. Берлинская и Баварская академии наук избирают его своим членом. Затем следует признание и со стороны Парижской академии и Лондонского королевского научного общества... Но в разгар славы на тридцать девятом году жизни «профессиональный» недуг бедняков и интеллигентов XIX столетия — чахотка обрушивается на него. Теперь у Римана есть средства, и он уезжает в Италию. Но год, проведенный под голубым южным небом, уже не в силах ничего изменить. В сорок лет второй, после Гаусса, немецкий математик умер.



часть третья

ИДЕИ





глава седьмая

содержащая рассказ о великих открытиях XX столетия, а также дающая новую редакцию известного стихотворения Александра Попа

XX век начинался бурно. По дорогам и улицам городов покатили, пугая лошадей, громыхающие, изрыгающие удушливый дым автомобили. В небе затрещали, зафыркали моторы первых аэропланов. В качестве главной силы технического прогресса утвердилось электричество. Наступило время чудес и для науки.

В 1900 году профессор Берлинского университета Макс Карл Эрнст Людвиг Планк выдвинул удивительную гипотезу, согласно которой поток энергии не мог больше считаться непрерывным, а излучался отдельными порциями — квантами. Родилась квантовая теория. В том же году русский астроном Аристарх Аполлонович Белопольский в лабораторных условиях доказал справедливость эффекта Доплера при оценке скорости движения источников света. Теперь астрофизики могли измерять скорости движения звезд с большой степенью надежности.

В 1901 году молодой немецкий физик Вильгельм Кауфман с помощью тонкого эксперимента доказал, что масса недавно открытого электрона при чрезвычайно быстром его движении изменяется. Это было совершенно непонятно. Масса — почтенная, по утверждению классической теории, постоянная величина оказывалась зависимой от скорости?..

В 1902 году Майкельсон вместе с Морли повторил измерение скорости света и получил 299 890 ± 60 км/час. При этом измеренная величина не менялась ни при каких условиях...

Еще через год в России вышла работа Константина Эдуардовича Циолковского «Исследование мировых пространств реактивными приборами». В ней была обоснована возможность применения реактивных аппаратов для полетов в космос и разработана теория движения ракет.

Движение, движение! XX век словно брал реванш за нетороплиевое XIX столетие. Стремление к переменам охватило все отрасли жизни, все слои общества. По всему миру нарастали волны стачек. Напуганное поднимавшейся грозой правительство царской России спешно ввязалось в войну с Японией. «Маленькая победоносная война! Что может быть лучше для успокоения народа?» Метод испытанный! Метод старый! Но... видимо, слишком старый для нового столетия. Русский пролетариат ответил революцией! По всей огромной стране в 1905 году прокатилась грандиозная «генеральная репетиция Октября».

В том же году в немецком журнале «Анналы физики» появилась статья, озаглавленная «К электродинамике движущихся сред» и подписанная именем А. Эйнштейна. Впрочем, для того, чтобы понять значение этого факта для науки, давайте отойдем на несколько шагов назад... Для разбега...

Может ли «решающий эксперимент» быть неудачным?

Беспокойный характер грядущего столетия начал проявляться еще в недрах умиротворенного XIX века, волнуя и будоража современников. Самой большой неожиданностью явился эксперимент Майкельсона — Морли, поставленный для исследования зависимости скорости света от движения среды.

Результаты этого эксперимента оказали слишком большое влияние на предмет нашей заинтересованности, и потому автор льстит себя надеждой, что читателю будет небезынтересно узнать некоторые подробности о тех, чьи имена отмечены в каталоге истории.

Альберт Абрахам Майкельсон родился 19 декабря 1852 года в небольшом польском городке Стрельно близ Познани и неподалеку от польско-германской границы. Настолько «неподалеку», что в описываемый момент город принадлежал Германии, отойдя к ней усилиями Фридриха Великого в 1772 году вместе со всем Познаньским княжеством. Жизнь под крылом германских кайзеров была, видимо, несладкой, потому что скоро отец семейства Самуил Майкельсон, забрав скромные сбережения, жену Розалию и двухлетнего сынишку, иммигрировал в Америку. Вряд ли имеет смысл описывать иммигрантскую жизнь. По ее результату — Самуил Майкельсон до смерти был владельцем небольшой галантерейной лавки, с трудом и впроголодь кормившей его семью, — ясно, доли в Америке польский иммигрант не обрящил. Его сын Альберт благодаря своей настойчивости поступил в Морскую академию. В срок окончил ее, прослужил положенное время на судах Североамериканского флота и стал преподавателем физики и химии в той же академии. Там он прочел только что изданный труд Максвелла «Электричество и магнетизм» и вместе со всеми физиками земного шара удивился то-

му, что скорость света оказалась одной из важнейших физических величин. Вот тогда-то и посетила молодого преподавателя идея измерить эту скорость света с предельной точностью. Эта проблема и стала для него делом, которому он посвятил всю свою жизнь.

Позже, уже имея за плечами опыт экспериментальной работы, Майкельсон переехал в Кливленд в Технологический институт Кейса, где познакомился с профессором химии и естественной истории соседнего университета Эдвардом У. Морли.

По свидетельству знавших, их, трудно было представить себе более непохожих друг на друга людей. Во-первых, Морли был лет на пятнадцать старше. Разница весьма существенная, если вспомнить, что Майкельсону в 1885 году было всего тридцать три года... Во-вторых, Э. У. Морли происходил из рода англичан-переселенцев, прибывших на берега Нового Света еще в начале XVII века. Для старых американских семейств традиционна гордость своими бродягами предками и пренебрежительное отношение к иммигрантам. Так же традиционна, если не для большинства, то, во всяком случае, для многих, религиозность. Сын священника-конгрегационалиста Эдвард Морли также окончил духовную семинарию. И лишь неожиданно проснувшаяся в нем любовь к химии спасла его от сутаны. Морли остался чрезвычайно религиозным человеком. Даже место профессора в университете он принял с тем условием, что ему разрешат регулярно читать проповеди и играть на органе в часовне. Тем не менее описанные качества не помешали его дружбе с убежденным атеистом Майкельсоном. Внешие разница между обоими профессорами была не менее разительной. Окончив военную академию, Майкельсон на всю жизнь сохранил любовь к подтянутости, был строен, щеголеват в одежде, любил спорт. Он имел очень привлекательную внешность.

Морли был типичным рассеянным профессором XIX века. Огромные рыжие усы и длинные, до плеч, волосы, вечно в движении, вечно обуреваем идеями. Незастегнутая жилетка или мел на брюках — боже, какие пустяки! Он никогда не только не заботился о своей внешности, он даже не подозревал, что она существует.

Однако в работе, в конструировании приборов и в исследованиях у этих столь различных людей обнаруживался удивительный педантизм. И упрямство. Ни тот, ни другой не любили отступать, взявшись за какую-либо проблему. Кроме того, оба были страстные музыканты. И если Морли любил посидеть за органом, извлекая из его труб не только мотивы псалмов, то Майкельсон с детства весьма прилично играл на скрипке.

К 1885 году оба профессора были уже достаточно известны в науке: Морли — скрупулезными исследованиями процентного содержания кислорода в воздухе и относительного веса кислорода и водорода в составе воды, Майкельсон — своими экспериментами по определению скорости света.

В Европе уже несколько лет бушевали страсти вокруг вопроса об эфире. И потому не мудрено, что два английских физика, Уильям Томсон и Джон Уильям Стретт, оба получившие за научные заслуги титулы лордов (соответственно: Кельвина и Рэлея), обратились к Майкельсону с предложением проверить, как влияет среда на скорость света. Предложение было лестным. Майкельсон поделился идеей с Морли. Морли загорелся и тут же великодушно предоставил приятелю подвал, в котором находилась его лаборатория.

И уже первая совместная работа принесла Майкельсону первую ученую степень — доктора философии.

Затем друзья стали готовить второй опыт. О! Он был задуман как настоящий «решающий эксперимент».

«Мы с Майкельсоном приступили к новому эксперименту, — писал Морли отцу-священнику 17 апреля 1887 года, — который должен показать, одинакова ли скорость распространения света в любых направлениях. Я не сомневаюсь, что мы получим окончательный ответ».

Оба экспериментатора были уверены, что, измерив скорость светового луча *по направлению* движения Земли и *против,* им удастся уловить разницу, доказать существование «неуловимого эфира» — носителя

световых волн — и определить абсолютное движение Земли в пространстве, заполненном все тем же эфиром. Увы, в июле 1887 года, когда опыты были закончены, а результаты сведены воедино и проанализированы, оба исследователя обнаружили, что никакой разницы в скорости света нет. В каком бы направлении наблюдатель ни двигался, упрямая скорость света оставалась одной и той же. Такое заключение казалось абсурдным. Оно противоречило всему человеческому опыту, который говорил, что летящая птица при попутном ветре движется быстрее, чем против ветра. Майкельсон и Морли написали короткое сообщение об отрицательном результате эксперимента, послали его в научный журнал. В том же году оно было напечатано в английском журнале, и об опыте американцев узнал мир.

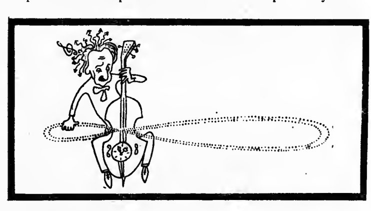
Пройдет немало времени, и английский физик, философ и общественный деятель Джон Десмонд Бернал назовет это открытие «величайшим из всех отрицательных результатов в истории науки». Однако в 1887 году Майкельсон далеко не был убежден, что «провалившийся» опыт окончательно похоронил эфир. «Проблема по-прежнему ждет своего решения», — публично заявлял он, выступая с лекциями по поводу совершенного. Однако пора, пожалуй, открыть тайну, почему этот неудачный эксперимент так взволновал ученый мир. И почему, заканчивая введение в седьмую главу упоминанием о знаменитой статье Эйнштейна, мы бестактно прерывали повествование в пользу сомнительного эксперимента?.. Пора объясниться!

Увертюра к симфонии относительности

Дело заключалось в том, что результат опыта Майкельсона — Морли не поддавался объяснению с помощью существующих классических теорий. Действительно, в те годы пространство, читатель помнит, счи-

талось чем-то вроде помещения, заполненного эфиром. Эфир был необходим. Во-первых, в нем распространялись световые волны. Можно ли представить себе волны без среды? Пожалуй, такой образ был бы сродни улыбке невидимого кота из чудесной книжки Кэролла «Алиса в Стране чудес». Помните, кот сидел на заборе, улыбался и исчезал. Исчезал до тех пор, пока от него не осталась одна улыбка... Так и волны без среды... Волны в воде — наглядный образ. Волны в воздухе — тоже понятно — звук. Волны в светоносном эфире — свет. Только каков он, этот эфир?

Была и еще одна не менее важная причина заинтересованности физиков-классиков в мировой субстан-



ции. Эфир заполнял пространство. Материя в пространстве находилась в непрерывном движении. Значит, если принять эфир за неподвижную систему отсчета, можно говорить об абсолютном движении, абсолютном пространстве, абсолютном... Короче, представление об эфире, подобно Атланту, держало на своих плечах вселенную Ньютона. А результат эксперимента двух американцев говорил, что никакого эфира нет. Во всяком случае, они не обнаружили «эфирного ветра», дующего в лицо всем пассажирам Земли — корабля, который летит сквозь неподвижную мировую субстанцию, заполняющую пространство. И скорость света оказывалась независимой от движения наблюдателя... Эти результаты заводили класси-

ческую мысль в тупик. Может быть, мы все-таки неправильно измеряем?..

И вот на рубеже 1892—1893 годов Лоренц — сам Гендрик Антон Лоренц, — создатель электронной теории, убежденный материалист и авторитет среди ученых, выдвигает совершенно «нелепое» объяснение отрицательного результата опыта Майкельсона — Морли. «Мы действительно не получим никакого результата, — говорит он, — если допустим, что все тела сокращаются в своих размерах по направлению движения...» Ведь тогда прибор американских исследователей вследствие движения Земли несколько укоротится и каждому последующему лучу света придется идти чуть-чуть меньший путь. Лоренц даже вычислил это сокращение. Для земного шара формула давала величину примерно шести сантиметров, на которые должен был укоротиться диаметр нашей планеты. Это сокращение Лоренц объяснил «электромагнитными действиями тех электрических зарядов, которые, как мы видели, находятся в каждом атоме». Ради сохранения эфира Лоренц пожертвовал «здравым смыслом». Так казалось в преддверии XX столетия.

Самое оригинальное заключалось в том, что результаты этой немыслимой теории совпадали с фактами... Все равно большинство физиков были весьма смущены вольным обращением нидерландского профессора Гарлемского исследовательского института со здравым смыслом. Вспоминали изречение Гиббса: «Математик может говорить все, что ему вздумается, но физик должен сохранять хоть каплю здравого смысла».

Смущение усилилось, когда в Гарлем пришло письмо из Дублина. Ирландский физик, профессор Тринити-колледжа Джордж Френсис Фитцджеральд сообщал Лоренцу, что уже давно пользуется этой гипотезой в своих лекциях студентам. Беда — ирландец не любил писать... Ввиду чего Лоренц и заметил в дальнейшем, что упоминание о гипотезе сокращения он нашел только в статье физика О. Лоджа. Но в конце концов «дикая» гипотеза Фитцджеральда — Лоренца стала проникать даже в бронированные крепости физиков-ортодоксов. Ведь она одна более или менее объясняла «нелепый» результат опыта, исходя из при-

вычных законов классической физики. Кроме того, оба автора гипотезы говорили только о субсветовых скоростях. В обычном «наглядном» мире это сокращение было ничтожным. Сторонники здравого смысла утешали себя тем, что даже при полете пули (что можно представить себе быстрее?) сокращение длины равно всего одной биллионной доле процента. Разве может уловить такую разницу какой-нибудь реальный прибор?

Однако неприятности на этом не кончились. В 1901 году молодой немецкий физик В. Кауфман доказал, что масса недавно открытой, быстродвижущейся частицы — электрона — непостоянна! Причем ее изменение определяется скоростью движения и подчиняется гипотетическому закону Фитцджеральда — Лоренца. Рухнула еще одна опора, поддерживающая классическую постройку, — постоянство массы.

В 1904 году на конгрессе в Сент-Луисе выступил прославленный французский математик, член Парижской академии наук Анри Пуанкаре. Он заявил о своем убеждении в том, что скоростей больше скорости света существовать в природе не может. Тогда же Пуанкаре впервые высказал принцип относительности как строгое и всеобщее положение. Никакие эксперименты, по мнению французского ученого, проводимые внутри лаборатории, не позволяют установить исследователю — движется его лаборатория равномерно и прямолинейно или находится в покое. Никакие... Впрочем, сделав столь смелое предположение, отрицающее эфир, Пуанкаре спешит оговориться о возможности опровержения результатов эксперимента Майкельсона — Морли более точными измерениями. «Сейчас, — продолжает он в статье «О динамике электрона», опубликованной год спустя, — во всяком случае, представляется интересным посмотреть, какие следствия могут быть из него выведены». И в этой фразе — весь Пуанкаре-математик, для которого познание физической реальности мира не являлось задачей первостепенной важности. Более того, будучи убежденным сторонником учения о непознаваемости сущности вещей, отрицая связь между сущностью и явлением, Пуанкаре считал,

что ценность любой теории заключается не в том, насколько правильно она отражает действительность, а насколько целесообразно и удобно ее применение. Философские взгляды Пуанкаре были глубоко рассмотрены и подвергнуты критике Владимиром Ильичем Лениным в работе «Материализм и эмпириокритицизм». Но математиком французский академик был блестящим. Достаточно сказать, что за семь лет после окончания Политехнической школы в Париже им написано сто две научные статьи и заметки! Он был почетным доктором восьми университетов и состоял членом двадцати двух академий...

Он «опередил математические построения Эйнштейна», — пишет известный советский историк науки Б. Г. Кузнецов. Фактически Пуанкаре на фундаменте идей Фитцджеральда — Лоренца возвел первые этажи специальной теории относительности. Об этом мало кто задумывался в то время. Во-первых, как отмечает Д. Д. Иваненко, Пуанкаре сам был не особенно уверен в полученных результатах. Неустойчивая философская платформа и слишком крепкие связи с периодом классической физики делали для него этот шаг особенно трудным. Во-вторых, он опубликовал свою работу в итальянском математическом журнале, практически неизвестном физикам. Тогда как вышедшая следом аналогичная работа А. Эйнштейна появилась в широко читаемом журнале «Анналы физики» и была подхвачена многочисленной армией немецких физиков-теоретиков.

Впрочем, тоже не сразу. Надо сказать, что первые пять лет после опубликования статьи отклики на нее были весьма редкими и весьма недоброжелательными. Причем одним из первых высказался уже знакомый нам В. Кауфман. «Я предвижу, — писал он, комментируя выводы специальной теории относительности, — что общий результат измерений будет несовместим с фундаментальными предположениями Лоренца и Эйнштейна». Еще более скептически описывал существующее положение профессор физики Московского университета А. К. Тимирязев (сын Климента Аркадьевича). В роскошном многотомном сборнике «История нашего времени» можно прочесть: «Весьма характерно, что среди английских физиков,

которые все свои идеи воплощают в конкретные образы: всегда стараются построить ясную и понятную всем «модель», принцип относительности почти не имеет успеха». И далее. «Но, может быть, эта новая теория указала и новые пути? Позволила предсказать новые факты, которые бы не были предвидены другими теориями? И на это придется ответить отрицательно, так как весь ее смысл заключается только в приведении в систему уже известных фактов. И если этой теории или, правильнее, ее уравнениям, составляющим ее содержание, суждено сохраниться, то несомненно, что они должны быть истолкованы иначе; эта теория, несомненно, должна принять другую форму — форму, мыслимую физически, форму, не отрицающую эфира — этого, по словам знаменитого лорда Кельвина, единственного тела, которое известно физикам! ...Любопытно отметить, что все сторонники этой новой революционной теории в настоящее время уже заняты другими вопросами, более насущными, и это всего семь лет спустя после ее возникновения».

Здорово сказано, правда? Особенно если учесть, что еще семь лет спустя не теория изменилась в угоду «мыслимой физической форме», а форма изменилась согласно специальной теории относительности. Эфир же пошел на свалку, где уже отдыхали такие понятия, как флогистон, теплород и «страх перед пустотой». Все это были первые приближения, модели, изжившие себя.

Однако А. К. Тимирязев продолжал отрицать новую теорию, несмотря на ее успехи. И он был не одинок.

Эйнштейн стал символом беспокойного XX века. Популярному описанию его идей посвящено множество прекрасных книг и брошюр, статей, очерков и рассказов. Читатель наверняка встречал их. Нам понадобятся лишь некоторые выводы теории относительности, выводы, породившие новое необычное представление сначала о структуре, а потом и о развитии мира, в котором мы с вами живем.

В поисках гармонии вселенной

Когда Альберт Эйнштейн был еще Альбертхеном, брат отца — дядя Якоб — принес ему книжку по алгебре.

— Алгебра — это веселая наука, — говорил он, держа мальчика на коленях. — Когда мы не можем обнаружить зверя, за которым охотимся, мы временно называем его Икс и продолжаем охоту, пока не поймаем и не засунем его в сумку.

И двенадцатилетний Альберт с увлечением выслеживал хитрого Икса в дебрях математических джунглей. Потом он познакомился с геометрией. Стройность, строгость и красота логики Эвклида заворожили его... Ах, как это важно уметь увидеть красоту математического доказательства! Для этого не обязательно быть Эйнштейном и самому искать наиболее выразительное решение. Для этого часто бывает достаточно, чтобы кто-то показал его красоту. В этом, наверное, заключается одна из главных задач настоящего учителя...

Бедный студент-медик, обедавший в семье Эйнштейнов по пятницам, посоветовал Альберту читать научно-популярные книги. И эта литература разбудила в Эйнштейне интерес к тому, как устроен мир.

Особенно большое влияние оказала на формирование мировоззрения юноши книга немецкого врача и философа Людвига Бюхнера «Сила и материя». Материализм и атеистический характер этого сочинения казались необычайно смелыми и новаторскими в годы подъема естествознания в Германии. Книга много раз переиздавалась, несмотря на упрощенный подход к философским вопросам.

Вульгарный и плоский материализм книги Бюхнера был подвергнут критике Ф. Энгельсом и В. И. Лениным. Но его взгляды помогли Эйнштейну навсегда искоренить в себе веру и стать атеистом. Потеряв веру в религиозную догму, Эйнштейн посвя-

тил жизнь поискам гармонии мироздания, способной истиной заместить миф.

Находясь уже в зрелом возрасте, Эйнштейн рассказывал, что когда ему было шестнадцать лет, он впервые задумался о скорости распространения света для двух движущихся относительно друг друга наблюдателей. В те годы Альберт уже достаточно интересовался физикой, чтобы знать о нашумевших результатах опыта Майкельсона и Морли. Вот как сам он свидетельствует об этом. «Нет сомнения, — пишет А. Эйнштейн в письме к Бернарду Джеффу, автору прекрасной биографии Майкельсона, — что опыт Майкельсона оказал значительное влияние на мою работу, поскольку он укрепил мою уверенность в правильности принципа специальной теории относительности. С другой стороны, я был почти полностью убежден в правильности этого принципа еще до того, как узнал об эксперименте и его результате».

В основе классической механики лежали, в частности, два фундаментальных положения. Первое заключалось в механическом законе сложения скоростей. Мы уже приводили пример с движением пассажира вдоль вагона мчащегося поезда. Чтобы немного разнообразить тему, представим себя на палубе парохода во время шторма. Волны бегут в одном направлении и с одинаковой скоростью. По приказанию капитана корабль поворачивается кормой к ветру и устремляется вслед за волнами. Проходит некоторое время. Скорость корабля сравнивается со скоростью волн, и картина шторма вокруг нас застывает. Наш теплоход, словно «Летучий голландец», замер на гребне волны и оказался как бы в мире неподвижных водяных горбов и впадин.

Второе положение — это принцип относительности. Вот как объяснял его сам Эйнштейн: «Представим себе двух физиков, у каждого из которых лаборатория, снабженная всеми мыслимыми физическими аппаратами. Лаборатория одного из физиков находится в открытом поле, а лаборатория другого в вагоне поезда, быстро несущегося в некотором направлении. Принцип относительности утверждает: два физика, применив все аппараты для изучения всех существующих в природе законов — один в неподвижной лабо-

ратории, другой в вагоне, найдут, что эти законы одни и те же, если вагон движется равномерно и без тряски. Если сказать в более абстрактной форме, то это выглядит так: согласно принципу относительности законы природы не зависят от переносного движения систем отсчета». Оговоримся, что до Эйнштейна в формулировке принципа относительности фигурировали не любые возможные законы природы, а лишь законы механики.

Повторяя про себя принципы классической механики, Альберт Эйнштейн возвращался мыслью к результатам опыта Майкельсона. Американцу не удалось обнаружить сложения скорости света со скоростью Земли. Почему?.. Эйнштейн пытался представить себя движущимся вслед за лучом света со скоростью 300 тысяч километров в секунду. Тогда, следуя законам классической механики, он должен был бы видеть свет в виде покоящегося в пространстве переменного электромагнитного поля. Однако представить себе такую картину было невозможно, она просто не имела права на существование.

«Интуитивно мне казалось ясным с самого начала, что с точки зрения такого наблюдателя все должно совершаться по тем же законам, как и для наблюдателя неподвижного относительно Земли, — говорил он в дальнейшем, рассказывая о парадоксе, занимавшем его мысли в пору юности. — В самом деле, как же первый наблюдатель может знать или установить, что он находился в состоянии быстрого равномерного движения?»

Мы, современники XX столетия, привыкли к неожиданным выводам теории. Нас даже удивить, к сожалению, стало трудно открытием парадоксальных явлений или доказательствами того, что еще вчера казалось фантастикой. Это сомнительная привилегия нашего века. В XIX столетии не было ни такого обилия сногсшибательных открытий, ни такой массы научно-фантастических романов, отнимающих у читателей под видом прославления науки способность к удивлению.

Эйнштейн окончил Цюрихский политехникум и после довольно продолжительных поисков устроился на постоянную работу в Берне, заняв скромную долж-

ность технического эксперта третьего класса в патентном бюро. Начался самый счастливый и плодотворный период в его жизни. Биографы часто сравнивают это время с годами жизни Ньютона в Вулсторпе во время лондонской чумы.

«Составление патентных формул было для меня благословением, — писал Эйнштейн в своей автобиографии за месяц до смерти. — Оно заставляло много думать о физике и давало для этого повод. Кроме того, практическая профессия — вообще спасение для таких людей, как я: академическое поприще принуждает молодого человека беспрерывно давать научную продукцию и лишь сильные натуры могут при этом противостоять соблазну поверхностного анализа».

В Берне Эйнштейн близко сошелся с несколькими молодыми людьми, интересовавшимися, как и он, физикой и математикой. Образовалась удивительно дружная компания, названная ее членами «академией Олимпией». Молодые люди вместе гуляли, вместе читали философские книги, трудно поддающиеся чтению в одиночку, много спорили и обменивались идеями. Эйнштейн, будучи в жизни весьма непритязательным человеком, был счастлив. «Подумайте, — писал он одному из друзей, покинувшему Берн, — ведь кроме восьми часов работы, остается восемь часов ежедневного безделья и сверх того воскресенье».

Результатом столь интенсивной интеллектуальной жизни и полного пренебрежения к достижению житейских благ явилось то, что в 1905 году Эйнштейн написал несколько научных статей, которые послал в журнал «Анналы физики». Одна из них, как писал он в письме к приятелю, «...исходит из понятий электродинамики движущихся тел и видоизменяет учение о пространстве и времени...». Это и была частная, или специальная, теория относительности. В ней, обобщив классический принцип относительности, выдвинутый Галилеем лишь по отношению к ходу механических процессов, на оптические и любые другие явления и заменив механический закон сложения скоростей постулатом независимости скорости света от скорости движения источника, Эйнштейн построил новую

механику. Его теория была свободна от противоречий, с которыми столкнулась классическая теория в объяснении опытов Майкельсона и Кауфмана.

Проницательный читатель уже, наверное, заметил повторение истории с открытием неэвклидовой геометрии.

Отбросив безусловную глобальную справедливость постулата Эвклида о параллельных и заменив его, казалось бы, абсурдным утверждением обратного характера, Лобачевский пришел к открытию новой геометрии.

Точно так же «абсурдный» постулат о постоянстве скорости света привел Эйнштейна к созданию новой механики, отличной от классической механики Ньютона. Аналогию можно продолжить. Точно так же, как мало отличается геометрия Лобачевского для небольших расстояний от геометрии Эвклида, так и механика Эйнштейна дает результаты, практически не отличающиеся от классических результатов для скоростей, много меньших скорости света.

Автор уже говорил о том, что о теории относительности написано много прекрасных книг советскими и зарубежными специалистами. Какая-нибудь из них наверняка лежит и на вашей полке, дорогой читатель. И потому автор не станет изощряться в поисках новых примеров и аналогий. Тем более что в наши дни теория относительности перестала быть чем-то из ряда вон выходящим. С ее парадоксами ребята впервые знакомятся на страницах приключенческих романов, затем учат ее в школе и на первых курсах институтов. Правда, при этом некоторые пользуются модным названием лишь для того, чтобы, взмахнув рукой, произнести сакраментальную фразу: «Все равно все в жизни относительно». Расширяя несколько представление о смысловых особенностях сочетания слов «теория относительности», автор хотел бы напомнить: термин «теория относительности» не имеет в виду относительность человеческих знаний, а лишь относительную равноценность систем отсчета (или систем координат), движущихся с постоянной скоростью друг относительно друга. Не более...

Четвертое измерение

Профессор математики Герман Минковский, лекции которого так старательно некогда прогуливал студент Эйнштейн, с удивлением говорил профессору физики Максу Борну после того, как прочитал статью в «Анналах физики»: «Это было для меня большой неожиданностью. Мой цюрихский студент Эйнштейн?.. Да ведь раньше он был настоящим лентяем и совсем не занимался математикой...»

В Политехникуме Эйнштейн записался сразу на тринадцать математических курсов, из которых шесть читал профессор Минковский. Но бывал на лекциях редко, предпочитая самостоятельно заниматься интересующими его вопросами. Принудительное изучение предметов было для него невыносимо. «В сущности, почти чудо, — писал он в конце жизни, — что современные методы обучения еще не совсем удушили святую любознательность, ибо это нежное растеньице требует наряду с поощрением прежде всего свободы — без нее оно неизбежно погибает». Здесь, надо думать, Эйнштейн несколько сгустил краски.

Однако нелестное мнение о студенте Эйнштейне не помешало Минковскому настолько проникнуться взглядами специальной теории относительности, что он занялся разработкой ее математического аппарата.

Герман Минковский (1864—1906) прожил недолгую и небогатую внешними событиями жизнь. Он родился в России в маленьком местечке Алексоты Минской губернии. А затем, как и Майкельсона, его увезли родители с родины. Но не за океан, а в Германию. Там он окончил гимназию и университет, там выдвинулся своими работами, посвященными геометрической теории чисел. Сейчас он заслуженно считается основателем этой отрасли математики, несмотря на то, что геометрическими методами в теории чисел до него пользовались и другие математики. Уже в конце сво-

ей короткой жизни Минковский занялся геометризацией еще одной теории. На этот раз теории физической, носящей сегодня имя специальной теории относительности.

В 1908 году на собрании естествоиспытателей и врачей в Кельне он прочел свой знаменитый доклад о геометрических основах теории относительности, озаглавленный «Пространство и время».

«...Никто еще не наблюдал, — говорил Минковский, — какого-либо места иначе, чем в некоторый момент времени, и какое-нибудь время иначе, чем в некотором месте». И он называет точку пространства, соответствующую данному моменту времени, «мировой точкой», а совокупность всех мировых точек, которые только можно себе представить, для краткости — «миром». Тогда любому телу, существующему некоторое время в пространстве, будет соответствовать некая кривая — мировая линия.

«...Весь мир представляется разложенным на такие мировые линии», — продолжает свою речь Минковский, — ...физические законы могли бы найти свое наисовершеннейшее выражение как взаимоотношения между этими мировыми линиями».

Так возник четырехмерный мир пространства-времени Минковского, созданный специально для того, чтобы решать задачи о явлениях, происходящих с субсветовой скоростью, с помощью новой теории относительности.

Вспомним еще раз о сути четырехмерности этого мира, чтобы убедиться, что это не чудо.

Чем же отличается привычный нам трехмерный мир от четырехмерного пространства-времени Германа Минковского? Прежде всего это последнее — вовсе не чудо! Не какое-то новое изобретение чудака математика, а вполне реальный мир, в котором живем мы с вами, уважаемый читатель. Надо только взглянуть на окружающее чуть-чуть с иной точки зрения. Приведем пример...

Автор надеется, что читатель не станет протестовать против утверждения, что любое событие происходит всегда в некоторой точке пространства и в некоторый момент времени. Даже самым выдающимся де-

тективам нашего времени для распутывания и восстановления динамической картины происшествия нужны ответы на вопросы: *где?* и *когда?*

На первый вопрос: «Где?» — нетрудно ответить, зная собственные координаты, скажем, x_1, y_1, z_1, и координаты места происшествия: x_2, y_2, z_2. При этом вы прикидываете величину пути, решая известное уравнение: $r^2 = (x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2$, и получаете полную пространственную обстановку события «в ньютоновском смысле».

Чтобы придать картине динамичность, вы должны ответить на второй вопрос «Когда?». Для этого примерный момент происшествия и момент получения сообщения о нем обозначаются соответственно t_2 и t_1. И составляется еще одно уравнение временно̀го промежутка: $t = t_2 - t_1$.

Только вооружившись указанными выше уравнениями, вы можете начинать розыск.

Однако насколько ускорилось бы следствие, если бы мосье Эркюль Пуаро и комиссар Мегрѐ знали и пользовались бы геометрическими основами теории относительности.

В четырехмерном мире пространства-времени вместо двух равенств вводится единый пространственно-временно̀й интервал между событиями:

$$S^2 = (x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2 - c^2(t_1 - t_2)^2.$$

Здесь c — скорость света, равная приблизительно 300 тысячами километров в секунду. Произведение $c^2 \cdot (t_1 - t_2)^2$ имеет ту же размерность, что и остальные члены уравнения, и потому с формальных позиций здесь тоже все обстоит благополучно. Но самое главное заключается в том, что написанное уравнение не меняется при переходе от одной системы отсчета, движущейся прямолинейно и равномерно, к другой, движущейся не менее прямолинейно и не менее равномерно, но в другом направлении и с иной скоростью. Говорят, такое уравнение инвариантно, а системы инерциальны.

Теперь автор призывает читателя обратить внимание на сходство обоих уравнений: для привычного нам трехмерного мира и мира четырехмерного про-

странства-времени. Разница всего в одном члене со знаком минус... И вот тут-то и поджидает нас знатная западня-ловушка!.. В зависимости от величины $c^2(t_1 - t_2)^2$ квадрат интервала S^2 может быть больше нуля, равен нулю или даже меньше нуля. Это значит, что в отличие от обычного эвклидова пространства ньютоновской механики «мир» Минковского делится на области, разграниченные поверхностями, которые можно построить, положив $S^2 = 0$! Такие поверхности называются световыми конусами.

А теперь, если читатель согласен пожертвовать одним из пространственных измерений, можно попробовать изобразить мир с двумя оставшимися пространственными координатами и одной временной. Посмотрите, пожалуйста, внимательно на рисунок: перед вами, как говорят специалисты, трехмерный пространственно-временной континуум. Внутри конусов, где S^2 меньше нуля, мы встречаемся с миром нормальных причинно связанных событий. Здесь промежуток между исходной мировой точкой О и любой другой, находящейся внутри данного светового конуса, таков, что сигналы имеют вполне достаточное время для прохождения из одной точки в другую со скоростью, не превышающей скорость света.

Интересно отметить, что нижний конус по отношению к точке 0 является областью абсолютного прошлого. Верхний конус — абсолютного будущего. И читатель, наверное, догадался сам, что центральная точка 0 связывается с любым исходным событием.

Световой конус прошлого включает все направления, по которым информация, переносимая светом, от небесных объектов поступает к наблюдателю. При этом наблюдатель всегда находится в той точке пространства и в тот момент времени, через которые проходит вершина светового конуса.

Один из сотрудников Эйнштейна в Принстоне, ныне профессор физики Сиракузского университета в Нью-Йорке П. Бергман, приводит в своей книге «Загадка гравитации» чрезвычайно интересный пример, поясняющий описываемую модель: «...любое направление на световом конусе прошедшего может быть сопоставлено с точкой на небесной сфере, представляющей собой ту картину, которая открывается

нам, когда мы рассматриваем небо и звезды (в точности так же, как глобус отражает наше представление о Земле). Угол между двумя видимыми положениями звезд (измерение таких углов очень важно для астрономов) — это угол между двумя световыми направлениями на световом конусе прошедшего. Если два наблюдателя движутся относительно друг друга со скоростями, сравнимыми со скоростью света, то определенные ими углы между направлениями на одни и те же звезды не будут совпадать. Так и должно быть, потому что относительные положения звезд существенно зависят от движения Земли, определяемого в конкретной инерциальной системе отсчета. Однако скорость Земли за полгода меняется на две десятитысячные доли ($2 \cdot 10^{-4}$) от скорости света из-за годичного движения Земли вокруг Солнца. Из-за этого возникает видимое смещение звезд. Это явление известно под названием аберрации света».

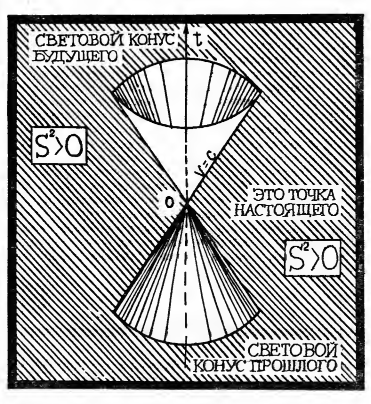
Совсем иная картина ожидает нас в области вне конусов. Причинная связь с событием, находящимся вне светового конуса, невозможна в принципе, потому что требует сверхсветовой скорости.

Конечно, нарисованная картинка световых конусов никогда не остается неподвижной. Центральная точка О, в которой сидите вы, уважаемый читатель, даже если вы сидите в своей системе отсчета совершенно неподвижно, есть ваша «мировая точка». И она непрерывно ползет по оси времени, увлекая за собой, как улитка домик, световые конусы.

Введя понятие четырехмерного мира событий, Минковский внес существенный вклад в развитие теории относительности, точно так же, как и в развитие пространственно-временных представлений современной физики.

«Воззрения на пространство и время, которые я намерен развить перед вами, возникли на экспериментально-физической основе. В этом их сила. Их тенденция радикальна. Отныне пространство само по себе и время само по себе должны превратиться в тень, и лишь некоторый вид соединения обоих должен сохранять самостоятельность» — так говорил он на собрании в Кельне перед обществом врачей и естествоиспытателей в 1908 году.

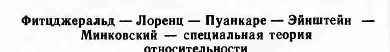
А теперь попробуем сделать предварительный и совсем небольшой вывод. Ньютонова теория удовлетворительно описывала события, принимая пространство существующим абсолютно, независимо ни от времени, ни от материи, заключенной в пространстве. Не зависело ни от чего и время, единое мировое время, идущее для всего бесконечного мира одинаково.



Скоро, однако, стали накапливаться ошибки, парадоксы, не получающие объяснения с позиций классической ньютоновой теории. И тогда усилиями Фитцджеральда, Лоренца и Пуанкаре были выдвинуты новые идеи, которые легли в основу разработанной Эйнштейном специальной теории относительности. Эта теория разрушала старые представления о мирозда-

ими. Она не отказалась от теории Ньютона, нет! По-прежнему, если события происходили со скоростями, ничтожными по сравнению со скоростью света, «старые добрые уравнения сэра Исаака» верно служили человечеству. Новые же выводы обобщали их для субсветовых скоростей. Конечно, относительный мир Эйнштейна был далеко не таким уютным и привычным, как мир Ньютона. Ему не хватало определенности, математической фундаментальности, и, если бы автор не боялся этого слова, он бы сказал, ему не хватало «абсолютности», но абсолютности в новом, уже не в ньютоновском смысле.

И вот тут-то подошло время для упоминания о трудах Минковского. Минковский пишет: «Понятия пространства ни Эйнштейн, ни Лоренц не касались...» О Лоренце он говорит, что тот верил в существование абсолютно покоящегося эфира и абсолютного времени. Об Эйнштейне — что тот «отвергал время как понятие, «однозначно определенное событиями». На пересмотр понятий пространства и времени Минковский претендовал сам. В своих построениях он вместо абсолютного ньютонова пространства и абсолютного ньютонова времени, отброшенных новой теорией, ввел свой абсолютный мир пространства-времени, который описывал действительность на новом уровне, более сложном, но и более близком к природе, к истине.



Фитцджеральд — Лоренц — Пуанкаре — Эйнштейн — Минковский — специальная теория относительности

Идеи специальной теории относительности витали в воздухе. Их подготовило все развитие «благополучной» физики XIX века. Она созрела в недрах классической теории и потому вызвала столь небывалый резонанс в мире. Никогда еще научная теория не затрагивала так глубоко массы людей. Человечество

поистине раскололось на два лагеря. К одному примкнули те, кто сумел разглядеть в новой теории грядущий прогресс и неизбежную смену мировоззрений. К другому — те, кто не смог принять новых выводов. Секретарь Французской академии наук Эмиль Пикар даже значительно позже, в 1922 году, признавался: «Теория относительности для меня все равно что красная тряпка для быка!» Однако для развития науки важно было, что проблема никого не оставила равнодушным.

Над созданием специальной теории относительности работали многие ученые. Кто же истинный автор СТО, как называют сокращенно специальную теорию относительности? Кому отдать пальму первенства?

Эйнштейн всю жизнь был очень скромным человеком. Уже в 1955 году, незадолго до смерти, он писал: «Вспоминая историю развития специальной теории относительности, мы можем с уверенностью сказать, что к 1905 году открытие ее было подготовлено. Лоренц уже знал, что преобразование, получившее впоследствии его имя, имеет существенное значение для анализа уравнений Максвелла, а Пуанкаре развил эту мысль...» В своей работе он видит новым лишь то, что она показала, «что преобразования Лоренца выходят за рамки уравнений Максвелла и касаются сущности пространства и времени».

В этом последнем замечании заключена суть роли Эйнштейна. Если у Фитцджеральда были лишь идеи, а Лоренц строил теорию, только касающуюся электрических явлений, причем «никогда не претендовал на авторство принципа относительности», оставаясь на позициях нерелятивистской классической физики, то с ролью Пуанкаре дело обстоит сложнее... Французский математик подошел к самой границе нового: «Может быть, мы должны построить совершенно новую механику, пока еще туманную, в которой инерция увеличивается со скоростью и скорость света является предельной». «Это, — как пишет философ Д. Холтон, — иллюстрирует силу его интуиции и качественный характер его указания».

«Почему, — спрашивает Луи де Бройль, — Пуан-

каре не удалось перешагнуть за рамки своего собственного мышления? — и отвечает так: — Несомненно, что это произошло отчасти в силу того, что он был чистым математиком.

Он занимал довольно скептическую позицию в отношении физических теорий, считая, что вообще существует бесчисленное множество различных, но логически эквивалентных точек зрения и образов, которые ученый выбирает лишь из соображений удобства».

Работа Эйнштейна вобрала в себя мысли и идеи, носившиеся в воздухе. Он обобщил достижения своего времени и совершил прорыв в неизвестное, построив теорию пространства и времени.

Создателями новой картины мира справедливо считать и тех, чьи имена вынесены в заголовок этого раздела. Макс Планк писал в 1909 году: «Едва ли надо говорить, что новый, эйнштейновский подход к понятию времени требует от физика величайшей способности к абстракции и огромной силы воображения. По своей смелости эта теория превосходит все, что было достигнуто до сего времени в спекулятивном исследовании природы и даже в философской теории познания; ...принцип относительности имеет все основания претендовать на реальное физическое значение. По своей глубине и последствиям переворот, вызванный принципом относительности в сфере физических воззрений, можно сравнить только с тем переворотом, который был произведен введением новой картины мироздания, созданной Коперником».

Однако сам Эйнштейн отзывался об этой своей работе значительно сдержаннее: «Я совершенно не понимаю, почему меня превозносят как создателя теории относительности. Не будь меня, через год это бы сделал Пуанкаре, через два года сделал бы Минковский, в конце концов больше половины в этом деле принадлежит Лоренцу. Мои заслуги здесь преувеличены... — И после паузы, со вздохом добавлял: — Что же касается теории тяготения, то я почти уверен, что если бы не я, ее не открыл бы никто до сих пор...»

Эти слова он произносил уже позже, уже добившись признания, уже став при жизни великим, когда если не все, то многие трудности построения общей теории относительности, или, как ее иногда называют, «теории тяготения Эйнштейна», остались позади. А было их немало...

Следующий шаг был неизбежен...

Специальная теория относительности не удовлетворила полностью Эйнштейна в его поисках гармонии мироздания, в поисках достаточно полного и убедительного объяснения устройства вселенной. Ведь выводы теории относительности касались лишь систем, движущихся равномерно и прямолинейно. А как быть, если системы двигались с ускорением?

Увы, любое ускорение нарушало единообразие хода процессов. Геометрические свойства реального пространства-времени оказывались гораздо сложнее, чем свойства «мира» Минковского. Они менялись во времени, зависели от физических процессов и проявлялись в опытах как тяготение.

Следующий шаг исследований был теперь неизбежен. Эйнштейн должен был узнать, какие эффекты мог обнаружить наблюдатель, если пространство само по себе не описывается геометрией Эвклида. Следующий шаг был шагом в новую область, в теорию тяготения. Правда, чтобы сделать его, Эйнштейну понадобилось десять лет напряженной работы. Результатом этого труда явились уравнения, описывающие поле тяготения, и пояснения к ним, занявшие четыре страницы статьи, опубликованной 2 декабря 1915 года.

Всю последующую жизнь, за небольшим исключением вроде работы, напечатанной в 1924 году и обобщающей идею индийского физика Бозе, Эйнштейн занимался разработкой принципов, открытых им в 1915 году.

Середина второго десятилетия XX века выдалась

трудной. Догорал третий год мировой войны. По улицам стучали костыли. Слепые солдаты, прикрыв синими очками глаза, выжженные ядовитыми газами, молчаливо стояли в длинных очередях за пайком. Хлеб — по карточкам, уголь — по карточкам. В кайзеровской Германии табак не выдавали вовсе. В Берлине на улице Габерландштрассе на седьмом этаже дома номер пять в холодной, нетопленной комнате работал профессор Эйнштейн, держа погасшую трубку в зубах. Он писал работу об общей теории относительности. Она внесла еще более радикальные изменения в представления людей о пространстве и времени, чем специальная теория относительности. Главной целью, которую ставил перед собой автор теории, являлась попытка примирения учения Ньютона о тяготении, согласно которому сила тяготения распространяется мгновенно, с противоречащими этому взгляду выводами частной теории относительности, о постоянстве скорости света и принципе относительности.

Важнейшим фактом, положенным в основание общей теории относительности (ОТО), было равенство гравитационной массы любого тела (иначе массы, создающей поле тяготения этого тела) его инертной массе, то есть сопротивлению, которое оказывает это тело, находясь в состоянии равномерного прямолинейного движения, изменению этого состояния под воздействием какой-нибудь посторонней силы.

Основываясь на этом факте, Эйнштейн сформулировал принцип эквивалентности, согласно которому отличить силу тяжести от силы инерции невозможно. А движение в поле тяготения всегда равносильно свободному движению по инерции. Короче говоря, никакой силы тяжести в ньютоновском понимании в теории Энштейна нет. И все привычные нам процессы, например падение камня на Землю или движение планет вокруг Солнца, а спутников вокруг планет, происходят благодаря инерции.

На первый взгляд сказанное звучит абсурдным парадоксом. Мы со школьной скамьи твердо знаем, что свободное движение равномерно и прямолинейно. А движение спутников и планет происходит по эллипсам. Камень же в поле тяготения падает ускоренно... Где же может происходить свободное движение? Оче-

видно, только в пространстве, полностью очищенном от гравитирующих масс, в пустом пространстве.

Действительно, чем дальше мы удаляемся от Солнца, тем меньше его влияние, тем радиус планетных орбит становится больше, а их движение как бы выпрямляется. Точно так же, чем выше мы поднимемся над Землей, тем меньше будет ускорение свободно падающего тела. Недоразумение исчезает, если принять во внимание, что движение по инерции согласно общей теории относительности происходит в искривленном пространстве-времени.

Свойства физического пространства вблизи тяготеющих масс отличаются от свойств пространства вдали от них. «Структура ОТО, — пишут Я. Б. Зельдович и И. Д. Новиков в статье «Общая теория относительности и астрофизика», — такова, что уравнения гравитационного поля... совместимы только с таким движением масс... которое удовлетворяет уравнениям сохранения энергии и импульса». Это значит, что если в классической теории уравнения поля существовали отдельно от уравнений движения, то в общей теории относительности — ОТО — уравнения гравитационного поля содержат в себе уравнения движения. Принципиально этот важный вопрос был решен Эйнштейном совместно с сотрудниками Инфельдом и Гофманом. Советские теоретики В. А. Фок и Н. И. Петрова получили сходные результаты для обычного вещества.

Разрабатывая общую теорию относительности, Эйнштейн создал для нее и своеобразный математический аппарат, называемый в силу нашей любви к аналогиям псевдориманововой геометрией.

Если представить себе, что мы с вами, уважаемый читатель, равномерно плывем в «пустом» четырехмерном пространстве-времени, то линии наших с вами жизней выразятся некими прямыми. Вспомните мировую линию Минковского. Но стоит на нашем пути встретиться какой-нибудь массе, обладающей тяготением, как наши мировые линии искривятся. Так, если отправиться в дальнее космическое путешествие и задаться целью зарегистрировать мировую линию своего полета, то мы вправе ожидать, что, проходя

мимо планет, эта линия будет слегка искривляться (поле тяготения планет сравнительно невелико), пролегая мимо звезд, искривление будет значительно большим, а в межгалактических просторах мировая линия будет почти выпрямляться, так как там поля тяготения чрезвычайно слабы.

Интересно! А нельзя ли тогда вообще, отказавшись от понятия силы тяготения, заменить ее воздействие искривлением мировых линий? Или, поскольку совокупность мировых линий есть «мир», то искривлением самого пространства-времени?..

М-да! Понять и представить себе физические идеи общей теории относительности было нелегко даже многим выдающимся ученым, воспитанным в традициях наглядной классической физики. Математический аппарат теории тоже был чрезвычайно сложным. А поправки к ньютоновой теории тяготения, получающиеся в результате каторжной вычислительной работы, оказываются настолько ничтожными, что способны убить всякий энтузиазм. Эти обстоятельства сильно препятствовали новой теории завоевать популярность среди ученых умов. Даже Макс Планк, восторженно приветствовавший создание специальной теории относительности, с грустью заметил как-то Эйнштейну по поводу ОТО:

— Все так хорошо объяснялось, зачем вы стали заниматься этими проблемами снова?..

По-видимому, тогда и появилось дополнительное двустишие к знаменитому стихотворению Александра Попа, приведенному в начале книги. Чтобы не повторяться, автор излагает его в несколько иной редакции. Впрочем, смысл от этого не меняется.

Был тьмой кромешной мир планет,
Как покрывалами, окутан.
Господь вскричал: «Да будет свет!» —
И в мир тотчас явился Ньютон.

Дописанные строки из стиля торжественной оды выпадают и больше напоминают скороговорку нашего времени:

Но сатана недолго ждал реванша;
Пришел Эйнштейн, и все пошло, как раньше.

Тем не менее и у этой совершенно «сумасшедшей», с точки зрения здравого смысла, теории нашлись сторонники. Правда, их было немного. Однажды после доклада об основах общей теории относительности, прочитанного Эддингтоном в Кембриджском университете, к нему подошел коллега, чтобы пожать руку и выразить благодарность.

— Прекрасный доклад, профессор Эддингтон. Вы действительно один из трех человек в мире, понастоящему понимающих смысл теории относительности. — И, заметив легкое смущение на лице Эддингтона, с жаром продолжал: — Уверяю вас, это действительно так, и вы напрасно смущаетесь...

— Нет, — отвечал Эддингтон, — я просто думаю и спрашиваю себя, кого вы считаете третьим...

С именем Эддингтона связано слишком многое в истории коренной ломки наших представлений о вселенной, чтобы обойти его молчанием.

Артур Стенли Эддингтон родился 28 декабря 1882 года в семье с древними фермерскими традициями. С ранних лет мальчик обнаружил феноменальную память и интерес к большим числам. По понятиям нашего времени, он был типичным вундеркиндом. Так, еще ребенком он поставил перед собой задачу сосчитать все буквы в библии... Неизвестно, насколько это предприятие ему удалось. Но по вечерам в ясную погоду он всегда пытался посчитать звезды на небе. Это увлечение детства дало ему возможность сказать в будущем: «Я начал атаковать большие числа в астрономии, когда мне было шесть лет».

Перед поступлением в школу маленький Артур не умел читать, но таблицу умножения знал с начала до конца. По окончании школы он с самыми лучшими рекомендациями поступает в Тринити-колледж, в котором имена Ньютона и Релея, Максвелла и Дж. Дж. Томсона известны просто как имена бывших студентов-выпускников...

В эти годы Эддингтон — чрезвычайно общительный и остроумный студент, с блеском преодолевающий курс за курсом. Ему все удается. В математическом обществе Тринити-колледжа он с успехом докладывает свою работу «Скорость тяготения». И всту-

пает в шахматный клуб, где скоро становится президентом. Он увлекается велосипедными прогулками и вступает еще в один клуб, который носил название «$\nabla^2 V$-Клуб». Здесь в течение девяти месяцев он также проходит все стадии от рядового члена до секретаря и президента. Потом он станет членом еще многих клубов. Впрочем, коллекционирование клубов и добровольных обществ — чисто английская черта.

В феврале 1906 года, по окончании учебы, Эддингтон получает направление в Гринвичскую королевскую обсерваторию в качестве главного помощника. А в 1914 он уже директор той же обсерватории. За научные заслуги Эддингтона принимают в Королевское астрономическое общество, и в нем он тоже скоро становится президентом.

Интересы Эддингтона весьма разнообразны. Он изучает движение звезд и строение звездных систем, дает первую теорию внутреннего строения звезд. И совсем отдельно стоит его огромная работа по проверке, внедрению и популяризации взглядов теории относительности. В 1918 году по просьбе Лондонского королевского общества Эддингтон подготовил «Сообщение по релятивистской теории тяготения», которое было опубликовано отдельным изданием. Это было первое полное изложение общей теории относительности, появившееся в Англии.

В 1919 году Эддингтон — участник экспедиции, созданной по его инициативе для проверки искривления световых лучей во время солнечного затмения. Экспедиция прошла успешно, и Эддингтон получил правительственную премию в 1000 фунтов стерлингов.

Год спустя он пишет книгу «Пространство, время и тяготение»; еще через три года выходит его знаменитая «Математическая теория относительности», которую и сегодня с удовольствием читают студенты, специализирующиеся в этой области. Позже он занимается квантовой теорией. Большие заслуги Эддингтона в астрономии и физике, приветливый ровный характер снискали ему не только величайший авторитет, но и уважение окружающих. У Эддингтона было множество учеников. Он не переставал работать

до последнего дня своей жизни, который наступил 22 ноября 1944 года.

Эддингтон был членом ряда иностранных академий и научных обществ. Его перу принадлежит 13 книг и 161 научная работа. Причем последним его трудом была статья «Эволюция космических чисел». С детства покоренный красотой неба и математики, Артур Стенли Эддингтон не изменил своей любви до конца жизни.

Королевское астрономическое общество учредило медаль Эддингтона, присуждаемую за выдающиеся работы по теоретической астрофизике.

«Смотри!»

Вы помните, читатель, что некогда это слово, поставленное под чертежом, заменяло древним геометрам длинные рассуждения. Чертеж считался высшим доказательством справедливости. Действительно, если фигура построена, зачем доказывать возможность ее построения?..

В наше время магическое слово «смотри!» заменяют результаты эксперимента. Теория, выводы которой подтверждаются опытом, считается справедливой. Но можно ли экспериментальным путем подтвердить выводы общей теории относительности?..

Эйнштейн сам указал на три следствия, позволяющих проверить правильность теоретических выводов. Первое из них касается изменения частоты (или длины волны) света, когда луч распространяется в поле тяготения. Второе говорило о том, что орбиты планет и спутников должны все время поворачиваться, опережая величину, которая может быть рассчитана по формулам теории Ньютона. Третий эффект, который можно было наблюдать в пределах солнечной системы, заключался в отклонении луча света звезды, когда он проходит вблизи большой тяготеющей массы, например Солнца. Это последнее следствие общей

теории относительности и было проверено раньше других. Эйнштейн предложил сравнить положения звезд на небе, когда на пути луча от избранной звезды стоит Солнце. Это можно было осуществить в момент полного солнечного затмения, когда на потемневшем небе проступают звезды. Сравнение следовало произвести с картиной неба, когда Солнца на нем не было.

Простота эксперимента обманчива. На самом деле провести подобные измерения невероятно сложно. Потому что даже возле края солнечного диска расчетное отклонение луча света составляет дугу менее двух секунд. А так как видимое положение всех звезд на небе довольно сильно зависит от свойств земной атмосферы, то уловить эти «две секунды дуги» задача исключительной трудности.

К 29 мая 1919 года две астрономические экспедиции собрались в зонах полного солнечного затмения, которые находились в Гвинее и Бразилии.

Эддингтон, находившийся в первой группе, очень нервничал, так ему хотелось, чтобы эксперимент был удачным. Однажды, перед самой поездкой, его коллега спросил: «Что же будет, если вы подтвердите эффект?». Случившийся поблизости Франк ответил: «Тогда Эддингтон сойдет с ума, и вам придется возвращаться домой одному».

В Гвинее, куда забралась экспедиция, с утра 29 мая небо было затянуто. И лишь незадолго до окончания полной фазы затмения облака рассеялись и нужные фотографии звездного неба были сделаны.

Обработка фотографий продолжалась несколько месяцев. Но зато в сентябре Лоренц сообщил Эйнштейну телеграммой, что выводы общей теории относительности подтвердились.

После его доклада об итогах экспедиции на объединенном заседании Королевского общества и Астрономического общества в Лондоне президент Королевского общества Дж. Дж. Томсон сказал: «Это открытие не отдельного острова, а целого континента новых научных идей. Это величайшее открытие со времен Ньютона».

С тех пор подобные измерения проводились много раз во время солнечных затмений. Есть проверка 1922, 1929, 1947 и 1952 годов. Почти все они дали по-

хожий результат. К сожалению, пока что во всех экспериментах маловата точность, чтобы можно было сделать окончательные выводы. Очень мешает астрономам атмосфера Земли. Вот когда на Луне откроется астрономическая обсерватория, можно не сомневаться, что одним из первых ее наблюдений будет проверка искривления луча света вблизи Солнца. Пока же ученые предпочитают осторожно говорить о том, что есть основания считать кривизну пространства подтвержденной экспериментально.

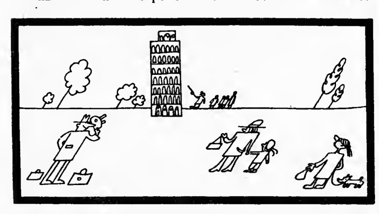
Второй эффект, позволяющий убедиться в истинности выводов общей теории относительности, касается движения ближайшей к Солнцу точки орбиты Меркурия. Такая точка орбиты любой планеты называется перигелием. Впрочем, сегодня, когда число искусственных спутников Земли едва ли не перевалило за тысячу, объяснять подобные термины, по-видимому, не нужно.

В 1859 году знаменитый французский астроном Урбен Леверье, исследуя движение планеты Меркурий, обнаружил возмущения орбиты, не поддающиеся объяснению действием других планет в рамках ньютоновой теории. Перигелий орбиты Меркурия за сто лет поворачивался на тридцать одну секунду больше, чем разрешала теория. Леверье пытался свалить вину за подобные нарушения на Вулкан — гипотетическую планету, вращающуюся еще ближе к Солнцу. Однако существование еще одной планеты не подтвердилось. Зато англичанин Ньюком, пользуясь собственной более точной теорией движения больших планет, уточнил разницу в смещении перигелия Меркурия и получил на одиннадцать секунд больше — 42″ за столетие. Конечно, автор мог бы привести наглядный пример того, что составляют собой эти 42″. На расстоянии вытянутой руки — это не больше толщины страницы, на которой напечатан данный текст. И тем не менее эти сорок две секунды тяжелым гнетом легли на плечи астрономов. Классическая теория требовала, чтобы перигелий орбиты «посланца богов» смещался на 531 угловую секунду за столетие. А наблюдения упорно показывали — 574. Откуда они набегали?.. Это было тем более непонятно, что во всех остальных

отношеннях двнжеине планеты ни в чем ие протнворечило закоиам Ньютона.

И вот появляется общая теория отиосительностн. И сразу важиейшнй результат — перигелий Меркурия за счет релятнвистских эффектов должен смещаться иа 43,03 больше, чем это получается по класснческой теории!

Чувствуете?.. 574″—531″=43″, и теория отиосительиостн дает 43″,03! Впрочем, нзмереиия были разные. Более точные н меиее точные. Здесь интересно отметить исследоваиия советского астронома Г. А. Чеботарева. Он просмотрел миожество старых иаблюдений за орбитой Меркурия н, используя уточиеиные значення астроиомических постояиных и масс



планет, нашел зиачеиие неувязки наблюдеиий с класснческой теорней в 42,65±0,5. Что, как вы сами видите, иаходится в прекрасиом соотношеиии с предсказаниями ОТО.

Коиечио, соблазнительио было проверить и зиачение векового эффекта перигелня для другнх планет по даииым нзмеренй. Цнфры получилнсь такие: для Венеры — 8,4±08, для Землн — 5,0±1,2, для Марса — 1,1±0,3 угловых секуиды за сто лет. И эти велнчнны оказались в весьма хорошем соотиошеиин с предсказаннем ОТО. Теорня давала для Веиеры 8″,6, для Земли 3″,8, для Марса 1″,4.

В общем, сегодия подтвержденне указанного эффекта счнтается важнейшнм доказательством

правильности идей общей теории относительности.

Нашло подтверждение и «покраснение» светового кванта (фотона). Это явление свидетельствовало о правильности важнейшего вывода, положенного в основу ОТО, — о равенстве инертной и гравитационной масс. Исследователи Р. Паунд и Дж. Ребка умудрились зарегистрировать покраснение света даже в условиях земной лаборатории под влиянием поля тяготения нашей планеты.

Конечно, приведенные данные не должны восприниматься как окончательная опытная проверка общей теории относительности и будто дальше тут делать нечего. Отнюдь, опыты нужно продолжать, все время повышая и повышая точность их результатов с помощью новых технических средств. Об этом говорит и академик В. Л. Гинзбург, предлагая использовать для наблюдения отклонения световых лучей, проходящих вблизи Солнца, аппаратуру на баллонах, поднятую в зону сильно разреженной атмосферы и на спутниках. Это дало бы возможность измерить отклонение световых лучей независимо от затмений.

Наблюдаемый поворот перигелия Меркурия совпадает с теоретическим значением в пределах достигнутой точности в 1 процент. Но если запустить искусственную планету с орбитой, обладающей большим эксцентриситетом, то формулу теории относительности удалось бы проверить со значительно большей точностью. Правда, на пути этого эксперимента пока стоят сложности как технического характера (запуск космического летательного аппарата на орбиту с очень большим эксцентриситетом и способы слежения за ним), так и теоретического (пока не ясно, как учитывать световое давление и солнечный ветер, а также влияние возможной сплющенности Солнца).

Наконец проверке выводов ОТО поможет уточнение орбиты естественного спутника Земли. Для этого советский луноход доставил на поверхность Луны уголковые лазерные отражатели.

Есть и еще возможности для проверки общей теории относительности, кроме указанных Эйнштейном экспериментов. Например, релятивистский эффект

при радиолокации планет. Согласно теорнн в поле тяготения световой луч не только должен нскривляться, но и запаздывать. То есть время, необходимое световому сигналу для того, чтобы долететь от Земли до Венеры илн Меркурия, проходя вблизн Солнца, нужио большее, чем в том случае, когда сигнал летит к планетам вдали от тяготеющей массы нашего светила. Правда, это время запаздываиня крайне невелико, не больше $2 \cdot 10^{-4}$ сек., но оно должно существовать. Значит, его можно и нужно обнаружить. Пока этот эксперимент произведен с небольшой точностью, порядка 20 процентов. Но совсем недавно группа американских исследователей под руководством Андерсона проверила этот эффект при связи с искусственным небесным телом, запущенным американцами межпланетным кораблем «Маринером». И теоретические предположения подтвердились уже с точностью до десяти процентов.

Самостоятельным и чрезвычайно интересным экспериментом по проверке ОТО могло бы служить наблюдение релятивистской прецессии оси гироскопа, заключающейся в дополнительном повороте оси по сравнению с данными согласно классической теории. Уравнения общей теории относительности позволяют вычислить эту добавку. Такой эксперимент три года назад находился в стадии подготовки.

И наконец блестящее доказательство дало бы наблюдение гравитационных волн. Ведь в классической теории Ньютона предполагается, что распространение действия силы тяготения происходит мгновенно. И потому никаких «волн тяготения» в вакууме существовать не может. Другое дело в ОТО. В теории гравитационного поля волны тяготения неизбежны, как неизбежно существование волн электромагнитных. Однако это эксперимент чрезвычайной сложности.

В 1970 году появилось сообщение профессора Дж. Вебера о том, что ему якобы удалось зарегистрировать гравитационные волны. Но пока никому не удалось ни повторить его результат, ни найти адреса, откуда они пришли. Тем не менее факт этот настолько интересный, что на гравитационных конференциях всего мира опыт Вебера непрерывно находится в центре внимания.

Проверять нужно! Но это не значит, что проверка предполагает недоверие. Результаты проверок помогут уточнить положения теории и показать направление нового развития. Потому что не следует забывать слова самого творца общей теории относительности о том, что каждая теория услышит в конце концов свое нет.

Сейчас мы можем сказать, что на существующем уровне развития науки и техники не выявлено никаких противоречий при проверке основ и следствий общей теории относительности, «и в этом отношении нет никаких указаний на несправедливость или ограниченность области применения эйнштейновской ОТО (имеем в виду, конечно, лишь макроскопические явления, или, точнее, неквантованную область). Все следствия, которые вообще удалось наблюдать по мере уточнения данных, все лучше и лучше согласуются с ОТО» — так пишет академик В. Л. Гинзбург, оценивая последние результаты проверки общей теории относительности Эйнштейна. Эта теория стала надежной базой современной космологии.

Решение Карла Шварцшильда и история одной фантастической любви

Несколько месяцев спустя после опубликования Эйнштейном работы, содержащей гравитационные уравнения, немецкий астроном Карл Шварцшильд (1873—1916) получил их первое «строгое» решение.

Карл Шварцшильд — директор Потсдамского астрофизического института, в 1912 году стал членом Прусской академии наук. Свободно владея математическими методами, он, по словам Эйнштейна, с легкостью «разгадывал наиболее существенное в астрономических или физических вопросах». У Шварцшильда, несмотря на его недолгую жизнь (умер Шварцшильд в 42 года), много важных и исключительно изящных исследований. Он занимался звездной статистикой

и теорией Солнца. Интересны его работы по основам электродинамики.

О проницательности Шварцшильда говорит тот факт, что уже в 1900 году на XVIII конгрессе Немецкого астрономического общества в Гейдельберге он сделал доклад о мере кривизны пространства. Следует помнить, что теории относительности еще не было, но Шварцшильд уже понимал важность неэвклидовой геометрии для описания вселенной. Он говорил: «...можно, не противореча очевидным фактам, представить вселенную заключенную в гиперболическом (псевдосферическом) пространстве с радиусом кривизны более 4 000 000 радиусов земной орбиты или в пределах конечного эллиптического пространства с радиусом кривизны более 100 000 000 радиусов земной орбиты...»

Сегодня мы знаем, что возможный радиус кривизны вселенной должен быть значительно больше величин, предложенных Шварцшильдом, но в его работе была поставлена смелая задача решения «космологической проблемы» нашего времени.

В последние годы своей жизни он занялся новой теорией гравитации и первым применил выводы общей теории относительности к задаче нахождения гравитационного потенциала поля, которое создает массивное сферическое тело в окружающем пространстве. Другими словами, он решал задачу определения картины поля тяготения звезды в окружающем пространстве. На достаточно большом расстоянии от этой массы решение дает хорошо известный каждому школьнику потенциал тяготения по закону Ньютона. Вообще, если тело — источник тяготения — имеет умеренную массу, например, является обычной, заурядной звездой типа Солнца, то шварцшильдовское решение не так сильно отличается от ньютонова. Но давайте заставим звезду сжиматься.

Описание подобной ситуации дает в своей популярной книге «Загадка гравитации» Петер Бергман. Однако значительно подробнее об этом написано в серьезной книге Я. Б. Зельдовича и И. Д. Новикова «Релятивистская астрофизика». Для целей же ознакомительных нам достаточно лишь общего взгляда.

Итак, чем меньше становится объем звезды, тем

выше ее плотность, тем сильнее проявляются гравитационные поля. Тем больше становится кривизна пространства-времени около такого тела. Мы уже знаем, что кривизну можно описывать с помощью радиуса кривизны. При этом чем больше сама кривизна, тем меньше радиус, ее измеряющий. Если радиус кривизны ненамного превышает размеры самого тела, то поле около него может считаться «сильным». Чтобы представить себе это положение более наглядно, допустим на мгновение, что вся масса нашей Земли сконцентрирована в точке. Тогда радиус кривизны пространства-времени окажется равным примерно одному сантиметру. Если такую же операцию проделать с Солнцем, кривизна пространства-времени сможет быть обнаружена на расстоянии порядка полутора километров от центральной точки. Это расстояние становится равным так называемому гравитационному радиусу.

Сфера с радиусом, равным гравитационному, описанная около большой массы, называется сферой Шварцшильда. Это чрезвычайно интересная область «мира».

И так как в свое время автор немало сил отдал ниве фантастической литературы, то при виде столь лакомого объекта, как сфера Шварцшильда, он просто не может отказать себе в удовольствии вспомнить о грехах юности.

Итак, осторожно, фантастика!

«...Глотая пространство, космический лайнер неудержимо несся вперед! Выведенные из строя двигатели молчали. В черном отсеке астронавигатора (из-за экономии энергии освещение включали редко) царила гнетущая тишина.

— Командир, приборы фиксируют ускорение. Но двигатели не работают и впереди по курсу нет ни одного светящегося массивного объекта, в поле которого мы могли бы попасть?.. Между тем скорость нашего движения приближается к «C».

Командир неслышно вздохнул...

— Формулы теории Ньютона не годятся».

Дальше следует монолог, показывающий внутреннюю борьбу между долгом и чувством в душе командира, который, конечно, уже давно обо всем знает.

Автор просит прощения за опущенную деталь. Главный астронавигатор космолета... Но вы, конечно, сами догадались... Она умна, восхитительно хороша собой, и ей только двадцать... нет, двадцать три... В общем, командир ее любит.

В конце внутреннего монолога долг побеждает, и командир говорит уклончиво:

«— Мы в ловушке. Поле «черной» звезды взяло нас в гравитационные клещи. Корабль летит, приближаясь к сфере Шварцшильда, которая окружает сколлапсировавшего сверхгиганта».

Астронавигатор сразу понимает ужасную правду его слов. Вспыхнувшее внезапно чувство подсказывает ей, что она должна продолжать расспросы, чтобы дать возможность выговориться этому суровому и бесконечно дорогому ей человеку. Она спрашивает:

«— Но почему, если впереди звезда, да еще сверхгигант, мы не видим ее блеска?

— Бывший сверхгигант, — с горечью поправляет ее командир. — Равновесие звезды нарушилось, и наступил коллапс... Внешние слои рухнули к центру, притянутые чудовищной силой гравитации. Вещество спрессовалось. Ядра атомов с ободранными электронными оболочками смяты, сдавлены и лежат плотно упакованные друг возле друга. Лучи света, излучаемые сколлапсировавшим телом, не могут выйти наружу за пределы сферы Шварцшильда и движутся внутри по искривленному замкнутому пространству... Смотри! — он резко встал и подошел к переднему иллюминатору. Она чувствовала его большое и сильное тело совсем рядом, кажется, протяни руку, и она коснется бьющегося сердца. А впереди, среди чуть заметного мерцания фосфоресцирующих туманностей, зияло непроглядно-черное пятно — угольный мешок... — Фотоны, траектория полета которых проходит близко, не далее 2,6 гравитационного радиуса от центра коллапса, тоже захватываются, попадая в гравитационную могилу...

Космическим холодом повеяло от этих слов.

— Но ведь нас должны увидеть, спасти... — Большая рука медленно легла на ее плечи, обтянутые пушистым свитером.

— Для наблюдателей извне мы будем приближаться к сфере Шварцшильда бесконечно долго.

— Бесконечно долго? Значит, мы не попадем в лапы «гравитационной могилы»?..

— Бесконечно долго по удаленным часам. По часам, находящимся на борту звездолета, мы пересечем сферу Шварцшильда и упадем на центральное тело за конечное время.

Некоторое время она молчала».

Дальше следует еще один внутренний монолог, показывающий глубину чувства астронавигатора и не имеющий прямого отношения к глубине «угольного мешка».

«— ...Но может быть, имеет смысл подать световой сигнал бедствия?

— Поздно! С приближением к гравитационному радиусу красное смещение испущенного нами светового сигнала резко возрастает и частота света, при приближении к удаленным приемникам, устремится к нулю. Нашего сигнала не увидят.

Корабль был обречен. На мгновение забывшись, ощущая лишь тепло и тяжесть его руки на своих плечах, она по привычке попыталась рассчитать в уме скорость падения по ньютоновской формуле и обнаружила, что она перевалила за «С». И тогда в темном пространстве штурманского отсека на краю гравитационной могилы их руки нашли друг друга...»

Продолжать дальше эту грустную историю, приключившуюся с простыми хорошими людьми, у автора нет сил. Он уверен, что и читатель глубоко переживает события описанной драмы. Потому что нужно быть бездушным, чтобы увидеть в рассказанном лишь пять неожиданных результатов, к которым приводит общая теория относительности тела, приблизившиеся на критический гравитационный радиус к шварцшильдовской сфере.

Автор не может продолжать свой рассказ об отважных покорителях космоса еще и по той причине, что никакой сигнал из сферы Шварцшильда не в состоянии пробиться наружу к внешнему наблюдателю. Тем не менее любознательному и в меру сентиментальному читателю, безусловно, интересно, что ожидает наших героев дальше.

Пространство внутри сферы Шварцшильда также будет иметь две резко отличающиеся друг от друга области. Их можно назвать «внутренней областью прошлого» и «внутренней областью будущего». Из внешнего мира можно видеть события, происходящие во «внутренней области прошлого», и можно даже посылать сигналы во «внутреннюю область будущего», лишь бы не наоборот. Но никакие сигналы из «внутренней области будущего» не могут попасть в область вне сферы Шварцшильда. И провалившиеся туда герои будут чувствовать себя очень одиноко.

Они по-прежнему будут видеть внешнюю область, хотя и не смогут с ней общаться. Впрочем, это обстоятельство «провалившиеся» должны знать из теории, потому что это будет вовсе не очевидным. С точки зрения обитателей такого «внутреннего мира» сигналы, которые они станут рассылать во все стороны, распространяются вполне нормально. Вот только сам «мир» внутри сферы покажется чем-то вроде многослойной раздувающейся сферы, внешняя оболочка которой будет удаляться от наблюдателя со скоростью света, скрывая все, что находится за ней, за границей, которую специалисты называют «горизонтом событий». Понятно, что никакие сигналы внутренних обитателей никогда не дойдут до коллег и безутешных товарищей, оставшихся во внешнем мире. Потому что никакой сигнал не в состоянии догнать «горизонт событий», удаляющийся со скоростью света.

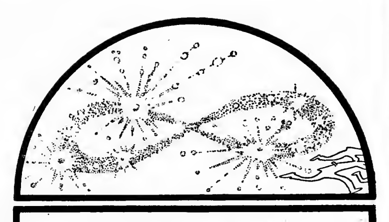
Конечно, все описанные выше парадоксальные следствия, вытекающие из общей теории относительности, скептически настроенного читателя могут заставить лишь пожать плечами. «Зачем, дескать, все эти головоломки? Мы живем в условиях слабого гравитационного поля, и столь сильное искривление пространства до образования горизонта событий может действительно занимать лишь воображение теоретиков».

Однако это не совсем так. Прежде всего с проникновением вглубь вселенной, как говорится, кто знает, с чем нам придется встретиться. Природа на выдумки щедра. Только за последние годы она подарила людям квазары — небесные объекты со светимостью,

во сто крат превышающей светимость средней галактики, содержащей сотню миллиардов звезд. Что представляет собой пространство вблизи таких монстров звездного мира?

Открытие пульсаров оживило дискуссии по поводу нейтронных звезд — небесных тел, сложеиных из тяжелых элемеитарных частиц и имеющих плотности около миллиона тони иа один кубический сантиметр.

Наконец, рассмотренные выводы оказываются чрезвычайно плодотворными при обсуждеиии космологических моделей. То есть при переходе к объекту нашей непосредствеиной заиитересоваиности. Итак, будем считать, что иовый инструмент позиаиия вселенной — ОТО — выкован, выверен в первом приближении. Пора его пустить в дело.



глава восьмая

в которой читатель знакомится еще с одним великим открытием, после чего помимо своей воли оказывается втянутым в борьбу крайних и непримиримых точек зрения

Мы помним с вами, уважаемый читатель, что задача космологии заключается в изучении строения вселенной в целом. Существовавшие в XIX веке представления базировались на классической теории Ньютона. Естественно, что, создав новую теорию пространства и тяготения, Эйнштейн должен был приняться за конструирование и новой модели мира...

Тысяча девятьсот семнадцатый, февраль

Семнадцатый год! Год великих потрясений в жизни народов, в политике и в науке. В феврале в Берлине вышел десятый том журнала «Сообщения Прусской академии наук» с короткой статьей, подписанной

именем Эйнштейна. Статья называлась «Вопросы космологии и общая теория относительности» и умещалась всего на десяти страницах. Но этого было достаточно для рождения современной науки о вселенной. Науки, не только имеющей свою теорию, но и претендующей на экспериментальное подтверждение своих выводов.

Вселенная Ньютона, атакованная парадоксами Ольберса и Зеелигера, стала к началу нашего столетия для физиков и астрономов расплывчатым и неконкретным понятием. Ее бесконечность в ньютоновском смысле приводила к фотометрическому и гравитационному парадоксам, противореча наблюдениям. Оба парадокса свидетельствовали о катастрофическом неблагополучии в классической физике. Ведь только подумать, ей противоречило само существование вселенной! Нельзя было оставаться и на позициях Гершеля, считая, что в пустом бесконечном пространстве имеется лишь одна звездная система с конечным и вполне определенным числом звезд. В этом случае небесные тела должны были притягиваться друг к другу и слипаться в один ком.

Ньютоновская вселенная, описываемая законами эвклидова пространства, наблюдаемой действительности не отвечала. Мир был другим. Не таким, каким представлял его себе XIX век. Заботливо собираемая «по кирпичику», постройка мироздания рухнула, как карточный домик, под напором вскрывшихся противоречий. Следовало срочно предпринять какие-то кардинальные меры, чтобы вернуть людям гармонию мироздания. Нужно было найти такую модель мира, которая, не противореча уже открытым и проверенным законам физики, не только противостояла бы парадоксам Ольберса и Зеелигера, но и могла предсказать новые результаты, которые поддавались опытной проверке на базе возросших технических возможностей астрономии и физики.

Читатель, надо полагать, помнит, что выход из тупика, созданного гравитационным и фотометрическим парадоксами и вторым началом термодинамики, искали многие. Автор уже упоминал об изящных математических решениях К. Шарлье, иерархические структуры которого были свободны от парадоксов.

Астрофизик Эмден строил так называемые изотермические сферы, находящиеся в термодинамическом равновесии и противостоящие «тепловой смерти». В 1897 году задача исследования однородной стационарной модели была решена Л. Бьянки, который нашел девять различных типов однородных пространств. Все они являлись пространствами постоянной кривизны и, как пишут С. Шюкинг и О. Гекман, «обладали тем свойством, что любой наблюдатель в любом направлении видит одну и ту же картину мира».

Тем не менее никто из исследователей не сумел построить модель вселенной, не имеющей центра и одновременно свободной от гравитационного и фотометрического парадоксов, а также от термодинамических затруднений.

Теперь автор убежден, что читателю вполне ясна обстановка, в которой появилась работа Эйнштейна. Прежде всего следовало решить, от каких канонов старой теории можно отказаться. Исчерпавшая себя ньютоновская модель вселенной опиралась на «трех китов»: 1) на стационарность, или неизменность, вселенной во времени, 2) на «космологический принцип», или «мировой постулат» однородности и изотропности, предусматривающие отсутствие единого центра мира и невозможность существования привилегированных направлений в нем, 3) на эвклидовость пространства. От чего же отказываться?..

Выход указывала общая теория относительности. Она обобщила ньютонову теорию всемирного тяготения, приведя ее в соответствие с принципом относительности. Правда, при этом геометрия мира оказывалась неэвклидовой. И Эйнштейн пожертвовал этим «китом».

Он предложил вместо бесконечной, стационарной и однородной модели вселенной Ньютона с плоским эвклидовым пространством конечную модель с римановым замкнутым в себя трехмерным пространством (трехмерной сферой), но также однородную и стационарную! Правда, чтобы построить свою модель, Эйнштейну пришлось несколько видоизменить уравнения тяготения, выведенные в общей теории относительности. «Я пришел к убеждению, — писал он, — что

уравнения гравитационного поля, которых я до сих пор придерживался, нуждаются еще в некоторой модификации». Дело в том, что единственное стационарное решение уравнений в первозданном виде приводило к плоскому пространству Минковского, что принципиально ничем не отличалось от вселенной Ньютона и представляло собой тривиальный результат.

И вот тогда Эйнштейн вводит в свои уравнения космологический член, связанный с некой постоянной λ (лямбда), вводит, с трудом решившись на это действие, «не оправданное нашими действительными знаниями о тяготении». Но иного выхода не было!

В ньютоновском приближении наличие космологической постоянной в уравнениях тяготения соответствовало введению дополнительных сил во вселенную. Причем сил, пропорциональных расстоянию. Лямбда очень мала, и потому на небольших расстояниях влияние космологического члена незначительно. Модифицированные уравнения Эйнштейна с лямбда-членом почти ничем не отличаются от исходных. Но совсем другое дело, когда рассматриваемые расстояния приобретают космологические масштабы, то есть становятся равными десяткам или сотням миллионов парсеков...

Потому и называют постоянную λ космологической постоянной. Силы притяжения, действующие между космической начинкой замкнутой вселенной, пытаются стянуть вещество в единый ком. В уравнении космологический член с λ больше нуля играл бы ту же роль, что и силы отталкивания, поддерживающие вселенную в равновесии. То же произошло бы и в противном случае. Если представить себе, что вещество вселенной не сжимается, а, наоборот, разлетается в разные стороны, лямбда-член, с λ меньше нуля станет играть роль дополнительного притяжения, удерживающего вселенную в неизменном состоянии.

«Вновь введенная универсальная константа λ определяется, если известны средняя плотность распределения (вещества во вселенной) — ρ, сохраняющаяся в состоянии равновесия, а также радиус сферического пространства R и его объем — $2\pi^2R^3$», — писал Эйнштейн.

Пусть читателя не смущает странная форма записи. Следует помнить, что мы имеем дело с трехмерной сферой четырехмерного пространства-времени. Так привычная нам величина поверхности двухмерной сферы в привычном нам трехмерном мире — $4\pi R^2$ — в четырехмерном мире превращается в гиперповерхность и вычисляется по формуле $2\pi^2R^3$.

Так возникла статическая, неизменная во времени, замкнутая и однородная модель вселенной, подчиняющаяся аксиомам неэвклидовой геометрии с искусственно введенной силой отталкивания — силой отрицательного давления.

Чтобы представить себе вселенную Эйнштейна более наглядно, обратимся к испытанному способу — мысленному эксперименту. Предположим, что нам удалось, стартовав с Земли, выдерживать направление полета строго по «прямой», к примеру, по направлению светового луча. Тогда если считать, что пространство вселенной обладает общей положительной кривизной, мы должны непременно вернуться в исходную точку пространства. Это значит, что, начавши наше движение с космодрома Земли и стремясь удалиться как можно дальше от исходной точки, мы все равно через миллиарды лет вернемся туда же.

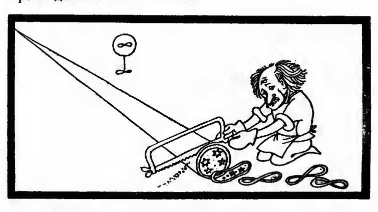
Модель такой вселенной получится более наглядной, если сплющить трехмерное пространство в двухмерное пространство-поверхность, а координату времени оставить неизменной прямой, уходящей в бесконечность. Получится длинющая труба — цилиндр. По этой аналогии первая модель мира, предложенная Эйнштейном на основании общей теории относительности, и получила название «цилиндрической» вселенной.

Автор надеется, что проницательный читатель и сам пришел к выводу, что если бы все ухищрения, включая и введение ничем не оправданной лямбды, приводили к единственному возможному решению, дающему модель «цилиндрической» вселенной, то это означало бы полное поражение ОТО, «скромные похороны по третьему разряду». Понимал это и сам Эйнштейн. Однако необычные идеи теории привлекали...

В том же 1917 году голландский астроном Вил-

лем де Ситтер (1872—1934) разработал на основании ОТО модель, в которой время искривлялось так же, как и пространство. Теперь, вылетев из одной точки пространства и выдерживая прямой линию полета, путешественник должен был возвратиться не только в ту же точку пространства, но и в то же самое время. Однако, рассчитывая свою модель, де Ситтер допустил, что вещества в ней нет! Его модель была пустая, вакуумная, как говорят сегодня.

Строго говоря, это допущение противоречило одному из основных принципов общей теории относительности, согласно которому именно наличие вещества и его движение определяют геометрические свойства мира. При полном отсутствии вещества (включая и гравитационные поля) пространство-время должно быть плоским.



Почему же модель де Ситтера все-таки обладала кривизной? Причиной как раз и была лямбда — космологический член в уравнениях Эйнштейна, играющий роль источника тяготения, искривляющего пространство-время.

Отсутствие вещества было, конечно, слабым местом модели де Ситтера. Но было у нее и одно существенное достоинство. Согласно теории де Ситтера, чем дальше взгляд земного наблюдателя проникал в пространство, тем медленнее должны были ему казаться происходящие там процессы. Стоило же предпринять путешествие «в эти отдаленные об-

ласти лени и неторопливости» на космическом корабле, как по мере нашего приближения мы увидели бы постепенное оживление хода времени. И к моменту нашего прибытия жизнь кипела бы там в обычном темпе. Это явление можно было истолковать, как предсказание будущего красного смещения. К сожалению, в те годы на это никто не обратил внимания.

Сейчас моделью де Ситтера довольно часто пользуются теоретики для приближенных исследований. Эйнштейн чрезвычайно высоко ценил работу голландского астронома. «Мы ему обязаны глубокими исследованиями в общей теории относительности», — говорил он впоследствии.

Виллем де Ситтер родился в последней четверти XIX столетия — «века покоя и удовлетворенности в науке». И хотя большая часть его творческой жизни пришлась на наше беспокойное время, де Ситтер до конца оставался типичным ученым прошлого столетия.

Да, он принял специальную теорию относительности и даже пытался в 1911 году на ее основе объяснить некоторые неувязки в движениях Луны и планет.

Да, он проникся идеями общей теории относительности и первым дал ее космологическое приложение, а в конце жизни много занимался вопросами расширяющейся вселенной.

Но все это говорит лишь об отсутствии у него консерватизма. Он был «последним могиканином» среди астрономов-наблюдателей. Он предпочитал сам глядеть в окуляр телескопа, когда другие уже передоверили эту работу фотокамере; он занимался астрометрией и увлеченно мерял положения звезд по своим наблюдениям. Де Ситтер — астроном в самом полном понимании этого слова. В заключение следует еще добавить, что, родившись в Голландии, окончив там же университет, он всю жизнь проработал почти на одном месте, в Лейдене, не стремясь ни к почестям, ни к какой-то выгоде. Однако работы этого скромного и лишенного ложного честолюбия человека сильно укрепили позиции новой теории, содействуя славе ее творца.

Слава Эйнштейна особенно возросла после экспедиции Эддингтона и подтверждения общей теории

относительности во время солнечного затмения 1919 года. В книге «Эйнштейн» профессор Б. Г. Кузнецов приводит слова польского физика Леопольда Инфельда, долгое время работавшего с Эйнштейном, о причинах «беспрецедентного роста популярности» автора теории относительности.

«Это произошло после окончания первой мировой войны. Людям опротивели ненависть, убийства и международные интриги. Окопы, бомбы, убийства оставили горький привкус. Книг о войне не покупали и не читали. Каждый ждал эры мира и хотел забыть о войне. А это явление способно было захватить человеческую фантазию. С земли, покрытой могилами, взоры устремлялись к небу, усеянному звездами. Абстрактная мысль уводила человека вдаль от горестей повседневной жизни. Мистерия затмения Солнца и сила человеческого разума, романтическая декорация: несколько минут темноты, а затем картина изгибающихся лучей — все так отличалось от угнетающей действительности... Тяга людей к миру была, как мне кажется, главной причиной возрастающей славы Эйнштейна».

Но слава никогда не приходит в одиночку. Одновременно с признанием теории прогрессивной частью ученых началась травля ее творца и попытки подорвать к ней доверие. Враги революций, враги прогресса понимали взрывную силу новой теории, понимали и то, что время разобщения науки и политической жизни миновало. Отныне наука стала реальной силой общественной борьбы. В Германии возникли специальные организации с целью борьбы против влияния теории Эйнштейна. Даже кое-кто из видных физиков и философов, не в силах справиться с новым взглядом на мир, пытался опровергнуть выводы теории любыми способами. Парадоксы теории относительности оказались в самой гуще политической борьбы.

«В течение прошедших лет весь мир находился в состоянии беспокойства умственного и физического,— злобно писал один из профессоров Колумбийского университета. — По всей вероятности, война, большевистская революция были видимым результатом глубокого умственного расстройства. Это беспокойство

проявилось в стремлении отбросить испытанные методы государственного руководства в угоду радикальным и непроверенным экспериментам. Это же чувство беспокойства вторглось в науку. Многие хотели бы заставить нас отбросить испытанные теории и взамен построить основу современного научного и механического развития во имя спекулятивной методологии и фантастических представлений о вселенной».

Однако ни злобные выпады, ни прямая клевета не могли уже остановить цепной реакции признания теории относительности. Наоборот, все это еще больше приковывало к ней внимание масс, еще выше поднимало популярность выводов, обновляющих старые, чуть ли не врожденные понятия о Мире.

«Я только решаю уравнения»

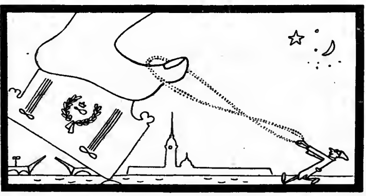
В 1922 году в берлинском журнале «Zeitschrift für Physik» появилась статья, присланная из новой, послереволюционной России. Называлась она «О кривизне пространства» и была подписана А. Фридманом. Статья была совсем маленькой, а имя автора на Западе совсем неизвестным. И тем не менее этот петроградский математик, кажется, пытался поправлять самого Эйнштейна!..

Здесь автор позволит себе маленькое отступление, чтобы обратить внимание благосклонного читателя на то, что модели вселенной, предложенные Эйнштейном и де Ситтером на основании решения гравитационных уравнений, были как бы полярны. Они отвечали двум крайним точкам зрения. Вселенная Эйнштейна была «набита» веществом, но отличалась статичностью, и в ней не было места красному смещению. Вселенная же де Ситтера предсказывала существование красного смещения, но она была пустой... Очевидно, истина должна была лежать где-то посередине. Впрочем, в 1922 году о красном смещении еще никто и не помышлял, а представление о вселен-

ной как о неподвижном мире, пребывающем в вечном покое, казалось вполне логичным.

По решениям А. Фридмана геометрия вселенной непрерывно менялась во времени. Расстояния между всеми ее частями должны были расти, а кривизна пространства-времени и плотность вещества — уменьшаться... Вывод совершенно невероятный!

В августе журнал со статьей А. Фридмана попал в руки Эйнштейна. Эйнштейн прочел статью. Эйнштейн пожал плечами. Он не поверил в правильность решений, найденных Фридманом, и набросал несколько строк в «Физический журнал», в которых категорически заявил, что работа А. Фридмана скорее неверна и результаты петроградского математика сом-



нительны. Редакция срочно напечатала отзыв. Прошло довольно много времени, понадобившегося для того, чтобы сначала толстый немецкий журнал доехал до России, а затем оттуда — в Берлин, в командировку, отправился физик Ю. А. Крутков с обстоятельным письмом А. Фридмана к А. Эйнштейну. В результате в том же почтенном берлинском журнале появилась новая статья Эйнштейна: «Заметка о работе А. Фридмана «О кривизне пространства».

«В предыдущей заметке я критиковал названную работу. Однако мое возражение основывалось на вычислительной ошибке, в чем я по совету господина Круткова убедился из письма господина Фридмана. Я считаю результаты господина Фридмана правиль-

ными и исчерпывающими. Оказывается, уравнения поля допускают для структуры пространства наряду со статическими решениями и днинамические (то есть изменяющиеся во времени) центрально-симметричные решения.
А. Эйнштейн, Берлнн (поступнло 13 мая 1923 года)».

Прекрасный и поучительный пример научной объективности и доброжелательности.

Короткнй «конфлнкт Фридмана с Эйнштейном» привлек всеобщее вннмание. Это был настоящий научный спор. Победил в нем Фридман. Однако, если разобраться строго, никакого спора не было. Фнзик Эйнштейн, исходя из чисто фнзическнх соображений, искал стационарное решение своих уравнений, потому что был убежден в неизменности вселенной.

Математика Фридмана физические условия волновалн не в первую очередь. «По этому поводу, — говорнл академнк Петр Леонндовнч Капнца во вступнтельной речн на сессни отделения фнзико-математических наук Академии наук СССР, посвященной памяти А. А. Фрндмана, — иногда говорят, что Фридман не очень-то верил в свою собственную теорню и относился к ней лишь как к математическому курьезу. Он будто бы говорил, что его дело — решать уравнення, а разбираться в физнческом смысле решений должны другие специалисты-физики.

Это иронnческое высказыванне о своих трудах остроумного человека не может изменить нашу высокую оценку его открытий. Даже еслн Фридман не был уверен в том, что расширенне вселенной, вытекающее из его математнческих выкладок, существует в прнроде, это никаким образом не умаляет его научной заслугн».

Кто же такой Александр Фридман, вступивший в спор с «самнм Эйнштейном»?

Александр Александровнч Фрндман роднлся 17 июня 1888 года в Петербурге в артистнческой семье. Отец его был музыкант и композитор, мать — дочерью чешского компознтора Воячека.

Мальчиком Фридман воспнтывался у родственнnков отца. Одно время, в тревожные годы первой русской революции, он даже жил с родственниками в царской резиденции — Зимнем дворце. Сохраннлись

воспоминания о том, как, восхищенный поднимающейся грозной волной, восемнадцатилетний Саша Фридман писал в Зимнем листовки. Друг-приятель его Володя Смирнов (впоследствии видный советский математик, академик, лауреат Государственной премии Владимир Иванович Смирнов) приходил, забирал прокламации и распространял их по городу.

В 1905 году вместе с Тамаркиным (тоже будущим профессором математики) Фридман в последнем классе гимназии пишет свою первую научную работу, посвященную числам Бернулли. Публикация появилась год спустя в солидном научном журнале, который издавали такие известные математики, как Клейн и Гильберт. В том же 1906 году Александр Фридман окончил гимназию с золотой медалью и поступил в Санкт-Петербургский университет на математическое отделение физико-математического факультета.

На последних курсах Фридмана увлекла динамическая метеорология — сложная математическая теория движения атмосферы. Математический аппарат динамики сплошных сред как раз соответствовал интересам молодого человека. Надо сказать, что в области дифференциальных уравнений в частных производных, которыми описывались процессы в атмосфере, русская математическая школа тех лет занимала ведущее место в мировой науке.

Дифференциальными уравнениями называются математические соотношения, которые связывают, например, скорость изменения какой-либо величины со значением самой величины. В уравнения могут входить и ускорения, определяющие «скорость» изменения скорости. Установив зависимость между заданной величиной, скоростью ее изменения и ускорением, математик решает уравнение и получает формулу, по которой значение искомой величины можно найти в любой момент времени. Если вы представите себе эти вычисления, то легко поймете, что дифференциальные уравнения способны описывать конкретные явления природы в самом широком и общем виде.

Обычно математики не обращают внимания на то, какие прикладные вопросы выясняются «чистым» решением дифференциальных уравнений. Однако А. Фридман придерживался иного взгляда. Про-

фессор А. Ф. Гаврилов писал в своих воспоминаниях.

«А. А. Фридман имел редкие способности к математике, однако изучение одного только математического мира чисел, пространства и функциональных соотношений в них его не удовлетворяло. Ему было мало и того мира, который изучался теоретической и математической физикой. Его идеалом было наблюдать реальный мир и создавать математический аппарат, который позволил бы формулировать с должной общностью и глубиной законы физики и затем, уже без наблюдения, предсказывать новые законы».

Фридман удивительно умел охватить реальные явления в целом. Понимая, что любое познание есть лишь приближение к истине, он выработал свой стиль работы, ставший сейчас основным в теоретических исследованиях.

На первом этапе он считал задачей теоретика разумное упрощение — идеализацию рассматриваемой задачи. Все второстепенное должно быть отброшено. Этот этап завершался составлением систем уравнений или неравенств, трактующих задачу в чистом виде на языке математики. Затем начинался второй этап — решение! Здесь уже никакой физики — чисто математическая работа. И лишь когда окончательные формулы выведены, оценить их достоинство и степень упрощения может только эксперимент. Только опыт подтверждает право теории на существование.

С портрета смотрят на нас внимательные, иронические и грустные глаза из-под стекол очков. Интеллигент до мозга костей, он с первыми выстрелами 1914 года добровольно пошел воевать. Фридман попал в авиационный отряд, зачисленный туда «нижним чином». Всякая война для солдата означает конец науке гражданской. Но Фридман не просто солдат. «В настоящее время я занимаюсь вопросом об определении температуры и давления, когда заданы скорости... — пишет он с фронта. — Затем собираюсь написать, если вы найдете это удобным, для Географического сборника небольшую заметку о причинах возникновения и исчезновения вихрей в атмосфере, хотя бы в общей математической форме, — было бы очень интересно».

А вот другое письмо: «В отряде, скуки ради, я немного учусь летать». И немного ниже: «За разведки я представлен к Георгиевскому оружию, но, конечно, получу ли — большой вопрос. Конечно, это как будто мелочность с моей стороны — интересоваться такими делами, как награда, но что поделаешь, так видно уж устроен человек, всегда ему хочется немного «поиграть в жизнь».

Широта интересов Александра Александровича была поразительна. Он работал в области теоретической метеорологии и электродинамики. В период войны 1914 года получил звание летчика и занялся теорией бомбометания. Написал две основополагающие работы по космологии. И в июле 1925 года совершил вместе с пилотом П. В. Федосеенко рекордный полет на аэростате.

Воспитанник Петербургского университета, он одним из немногих ученых пришел на службу революционному пролетариату Петрограда и до самого конца, до самой смерти — нелепой и случайной, от брюшного тифа в 1925 году — оставался верным своему народу.

Три модели Александра Фридмана

Знаменитые уравнения тяготения Эйнштейна представляют собой систему из десяти дифференциальных уравнений в частных производных. Грубо говоря, они показывают, как распределение масс в пространстве влияет на кривизну этого пространства. Иными словами, они показывают, как метрика пространства зависит от распределения и движения масс и как, в свою очередь, та же метрика определяет движение вещества.

Из-за чисто математических трудностей система уравнений Эйнштейна не поддавалась общему решению. Приходилось идти на различные упрощения.

Те, кто учился и работал рядом с Фридманом, часто вспоминают его любимое присловье: «А нельзя ли здесь чего-нибудь откинуть?» Не с этих ли позиций подошел он к решению уравнений Эйнштейна? Впрочем, он не откидывал лямбда-члена системы Эйнштейна, он просто решал уравнения. Оказалось, что при этом возможно множество решений. Особенно интересен случай при $\lambda=0$. Решение это настолько интересно, что стоит остановиться на нем поподробнее.

В своей первой работе А. Фридман сохранил все предположения Эйнштейна, за исключением стационарности, и исследовал получившиеся нестационарные однородные изотропные модели с замкнутым пространством постоянной положительной кривизны. При этом ему удалось в отличие от Эйнштейна получить нетривиальные решения уравнений и без космологического члена. Что же представляли собой теоретические модели, полученные петроградским математиком?

Прежде всего они были нестационарны. Радиус кривизны и плотность вещества во вселенной менялись со временем. И от того, какой величины выбрать среднюю плотность, зависела судьба модели мира.

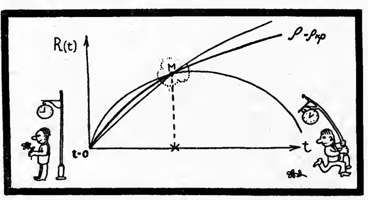
Представим себе $\rho = \rho_{кр}$: средняя плотность равна некоторому определенному критическому значению. Его можно вычислить по несложной формуле, воспользовавшись значениями некоторых «мировых постоянных». Но сейчас нам это не нужно. Достаточно, что такое значение существует. При критической плотности вещества пространственная часть четырехмерного мира — плоская. Однако это не неподвижная модель мира Минковского, о которой мы уже говорили. Фридмановское решение делало вселенную подвижной! Все расстояния в пространстве растут, то есть частицы разлетаются в разные стороны со скоростью, которая для малых расстояний пропорциональна приблизительно самому расстоянию.

Если для наглядности отказаться от одного измерения и перейти к двухмерному пространству, меняющемуся во времени, то такую модель можно представить себе в виде равномерно растягиваемой в разные

стороны резиновой пленки. Пылинки, налипшие на ее поверхности, будут играть роль звездных систем — галактик.

Посмотрите на наш рисунок. На нем изображен график изменения расстояний в такой модели. Сухая абстрактная кривая на самом деле хранит в себе целый приключенческий роман, только в зашифрованном виде.

Начнем расшифровку с крайней левой точки нашего графика. Она убедительно говорит, что некогда все расстояния между любыми двумя точками во вселенной были пренебрежимо малыми. Не существовало ни пространства, ни времени, ни звезд, ни планет, ни туманностей... Ничего!.. Это об-



ласть нулевого времени. Потом сработал некий механизм, и стало появляться вещество, частицы его стали разлетаться, начался отсчет времени, стало расширяться пространство — расстояния между любыми двумя частицами вещества стали расти со скоростью, пропорциональной самому расстоянию. Это значит, что далекие частицы разлетаются с большей скоростью, близкие — с меньшей.

Для растягивающейся пленки такое утверждение сомнений не вызывает. Отметьте одну из пылинок на ее поверхности и представьте, что это вы — наблюдатель. Когда поверхность пленки увеличивается, то ближайшая к вам пылинка будет удаляться от вас с какой-то вполне определенной скоростью.

Более далекая покажется вам куда более шустрой. Скорость ее будет больше, чем ближайшей, и так далее.

В дальнейшем это решение использовали Эйнштейн и де Ситтер. И потому иногда эту простейшую модель называют именем этих ученых.

Но в статье Фридмана было и более «трагическое» решение. Он предположил, что средняя плотность вещества во вселенной больше критической. Прежде всего это потребовало отказа от эвклидова пространства и перехода к сферическому, риманову трехмерному пространству, да еще с переменным радиусом кривизны.

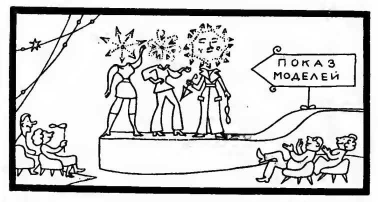
При этом начало, то есть пресловутый «нуль-пункт», ничем не отличалось от начала предыдущей модели.

Но дальше все шло не так. Радиус неэвклидова сферического пространства, как вы можете видеть из следующего рисунка, не увеличивался бесконечно. В точке M он достигал максимума, а потом снова уменьшался до нуля. Это означало, что в истории расширяющейся вселенной должен наступить момент, когда «разбегание» прекратится, после чего все пойдет в обратном направлении. Начнется сжатие. И через некоторое время планеты, звезды и галактики снова сольются в единый комок праматерии. Эта модель получила название закрытой.

В 1924 году из-под пера А. Фридмана вышла новая работа, посвященная теории Эйнштейна. Называлась она «О возможности мира с постоянной отрицательной кривизной». В новой работе он исследовал уравнения Эйнштейна, предположив, что плотность вещества во вселенной меньше критической. Получилась новая модель с неэвклидовой геометрией — неограниченно расширяющееся пространство отрицательной кривизны. Гиперболическое пространство Лобачевского, вызывавшее столько насмешек при жизни Великого Геометра, получило право на существование наравне с эвклидовым и римановым. Радиус пространства Лобачевского рос немного быстрее, чем в первой модели. Чтобы показать это, мы постарались выпрямить кривую третьего графика, который вы видите на предыдущей странице.

Таковы три фридмановские модели вселенной. Все они начинаются с нулевого радиуса. Все расширяются. Две из них утверждают ненулевую кривизну пространства...

Но как поверить в эти теоретические рассуждения? Как убедиться в том, что вселенная, которую человечество испокон веков видит одной и той же, на самом деле находится в состоянии непрерывного движения, расширения, разлетания... Как понять, что пусть в далеком прошлом, но существовал такой момент, когда весь мир был сжат в точку? Момент начала всего, даже нашего времени?.. Как, наконец, убедиться в том, что пространство, окружающее нас, обладает кривизной? И какую из трех моделей



Фридмана принять в качестве наиболее близкой к объективной реальности?

Эти вопросы буквально не давали спать по ночам теоретикам. Не только физики, не только астрономы и математики оказались втянутыми в дискуссию. Спор особенно обострился, когда в него вступили философы, а за ними и теологи, не желающие упустить возможности сказать и свое слово о науке с позиций религии... Вот уж поистине «куда конь с копытом, туда и рак с клешней»... И если у читателя не иссякло терпение, то автор рад ему сообщить, что последующие главы как раз и будут посвящены разрешению указанных недоумений и вопросов.

Вот оно, «еще одно великое открытие»

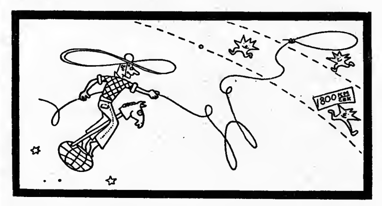
История открытия, о котором пойдет речь в этой главе, началась в 1912 году, когда американский астроном Весто Мелвин Слайфер предпринял на ловелловской обсерватории исследование спектров туманностей. В то время люди еще не знали точно, что собой представляют эти странные туманные пятнышки на небе — то ли действительно облака тумана, то ли скопления невообразимо далеких звезд. Не было уверенности и в том, насколько далеки от нас эти плохо различимые объекты и принадлежат ли они к нашей Галактике или находятся за ее пределами.

Впрочем, приступая к работе, Слайфер все-таки имел определенное мнение. Касалось оно спектров туманностей. Американский астроном был убежден, что примерно половина спектров всех объектов наблюдения должна быть сдвинута в красную сторону, а половина в фиолетовую.

Причина таких сдвигов объяснялась эффектом Доплера. Суть этого явления заключается в том, что при достаточно больших скоростях движения источников света — в данном случае туманностей — воспринимаемая наблюдателем частота электромагнитных колебаний будет либо увеличиваться при сближении источника света с наблюдателем, либо уменьшаться при удалении от наблюдателя.

Получается, что если туманное пятнышко летит в сторону Земли, длина световых волн должна укорачиваться. Спектральные линии покажутся нам сдвинутыми в фиолетовую область. Если же туманность летит от Земли, то все происходит наоборот и линии ее спектра должны казаться сдвинутыми в красную область более длинных волн. Это смещение измерялось в относительных величинах и определялось изменением длины испущенной волны к длине волны, принятой наблюдателем $\left(z=\frac{\Delta\lambda_n}{\lambda_n}\right)$.

Физик Георгий Гамов, чтобы заставить студентов запомнить правило доплеровского эффекта, рассказывал на лекциях такой анекдот. Касался он коллеги Гамова, тоже известного американского физика по имени Роберт Вуд. Однажды в Балтиморе полиция задержала Вуда за то, что он въехал под красный свет. Знаменитый физик блестяще объяснил на суде, что из-за эффекта Доплера, в результате большой скорости его автомобиля, красный свет сдвинулся в фиолетовую сторону спектра до зеленого. И что он как водитель в нарушении не виноват. Судья уже решил было оправдать Вуда. Но, как на грех, в зале оказался студент, только что проваленный Вудом на экзамене. Студент быстро подсчитал скорость, тре-



буемую для превращения красного света в зеленый. И судья, отказавшись от первоначального обвинения, оштрафовал Вуда за превышение скорости.

Приступая к наблюдениям, Слайфер рассуждал так: поскольку никакого преимущественного направления в космосе быть не может, примерно половина туманностей должна от нас удаляться, а половина приближаться. Можно представить себе недовольство исследователя, когда самые тщательные наблюдения показали, что из семнадцати наблюдаемых туманностей лишь две, судя по фиолетовому смещению, приближаются к Земле. Все остальные туманности имели красное смещение. А следовательно, направляли свой полет от нас.

Определеине лучевых скоростей по спектральному сдвнгу, надо полагать, считалось кропотливой н, повндимому, довольно малоперспективиой работой, потому что почтн десять лет Слайфер был едва лн не едииственным астрономом, занимающимся этнм делом.

К началу двадцатых годов он измернл уже спектральиый сдвиг н рассчитал скорости 41 тумаиного пятна. Почти все онн удалялнсь. Лучевые скорости, рассчнтанные по велнчние красного смещения, распределялись в пределах от 300 до 1800 км/сек — это значительно больше, чем самая высокая нз известиых в то время лучевых скоростей звезд.

Допустнть, что одни класс объектов Галактики прииципиально только удаляется от нас, означало бы наделить и этот класс, и нашу солиечиую систему какой-то исключнтельностью.

Непонятиое поведение слайферовскнх тумаииостей занитересовало еще двух астрономов. Это были Мнлтои Ла-Салль Хьюмассон, иачииавший свою астроиомнческую карьеру сторожем обсерватории, н штатиый астроиом-иаблюдатель Эдвнн Пауэлл Хаббл. Впрочем, Хаббл был едва ли не больше, чем Хьюмассон, «астроном божьей мнлостью». Окончнв Чнкагский уннверснтет с днпломом адвоката, он в двадцать пять лет поступает в Иеркскую обсерваторню н становится астрономом-наблюдателем. Читатель, обладающий хорошей памятью, навериика заметит про себя, что подобиый случай в астрономнн не уиикален для прошлых лет. Но сменнть так круто специальность в XX столетии — для этого нужио нметь не только мужество, но и истинное прнзванне к астрономнн.

К этому времени в обсерваторнн на горе Внлсоиа вошел в строй самый большой телескоп в мнре, обладающий зеркалом днаметром в два с половнной метра. И Хаббл вместе с Хьюмассоиом начали ювелнриую работу, фотографнруя слабые туманиости с выдержкой в несколько часов, а то и суток. Молодые астрономы внртуозно владелн техникой, и наступнл день, когда впервые в истории астрономии нм удалось увидеть на фотографни туманностн Андромеды — звезды.

Значнт, все-таки туманностн нмеют звездный со-

став! А неразличимы они по той причине, что находятся от нас слишком далеко, за пределами нашей собственной звездной системы, нашей Галактики. Потому и предложили называть эти удаленные небесные объекты сначала внегалактическими туманностями. Однако доказательство звездного состава этих туманностей было таким значительным шагом вперед, что английский астроном Харлоу Шепли предложил переименовать внегалактические туманности в «галактики». Тем самым одновременно подчеркивалось колоссальное расширение пределов вселенной, которая оказалась состоящей из множества звездных островов, аналогичных нашему.

Почти всю жизнь посвятил Хаббл исследованию внегалактических туманностей, или галактик, расширив границы нашей вселенной до миллиарда световых лет. Последние десятилетия своей жизни астроном потратил на то, чтобы классифицировать и составить своеобразный каталог галактик. И к 1953 году — последнему году жизни Хаббла — его классификация была в основном готова. В нее вошло около тысячи наиболее ярких галактик северного и частично южного неба.

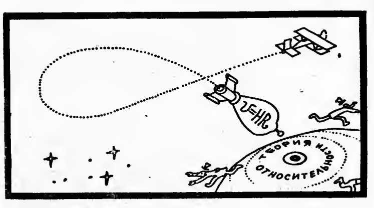
В 1928 году, фотографируя спектр наиболее слабого и удаленного туманного объекта, Хьюмассон сделал особенно длительную выдержку. Когда пластинка была проявлена, Хаббл вместе с Хьюмассоном углубился в ее изучение. Астрономы не поверили своим глазам. Галактика, обозначенная в каталоге Дрейера как *NGC* 7619, имела такой красный сдвиг спектра, что расчет ее скорости дал величину 3800 км/сек! Это была совершенно фантастическая в те времена скорость для небесного объекта. С этого момента Хаббл с еще большим вниманием стал исследовать поведение спектров внегалактических объектов.

Постепенно, по мере накопления результатов наблюдений, подтвердилась упомянутая выше странная особенность: почти все галактики, за небольшим исключением, показывали красное смещение. Это значило, что они удаляются от нашей звездной системы. При этом наиболее слабые галактики — самые удаленные от нас — имели это смещение спектра наи-

большим. Напрашивался вывод, что далекие звездиые острова разлетаются с большнмн скоростями, чем иаходящиеся ближе...

К 1929 году Хаббл сообщил, что ему удалось установить фуидамеитальиую закоиомериость: красиое смещение в спектрах галактик $\frac{\Delta\lambda}{\lambda}$ пропорциональио расстоянию до галактик.

Это было великим открытием, поражающим воображение. Оио блестяще подтверждало фридмановскую гипотезу расширяющейся вселениой. Еслн верить тому, что красное смещеине спектров далеких галактнк действнтельно следствие эффекта Доплера, то есть вызывается скоростью удалеиия звездных островов,



то галактнкн должны удаляться со скоростями, пропорцнональнымн их расстоянням:

$$v = H \cdot r,$$

где H — иекоторый коэффициеит пропорциональности с размерностью $\left(\frac{1}{сек.}\right)$. Для удобства расчетов, чтобы нзбавиться в ответе от громадных чнсел, нзмеряется H в другнх единнцах:

$$H = \frac{км}{сек.\ Мгпс},$$

где *Мгпс* — мегапарсек — расстояиие, равное $3{,}084 \cdot 10^{19}$ *км*. Буква H выбрана для обозначення коэффнцнента пропорцнональности тоже неспроста, а в честь Хаббла (*Hubble*), именем которого назваи

этот фундаментальный закон вселенной и сама постоянная.

Теперь оставалось определить значение коэффициента H потому, что он определяет время T, прошедшее от таинственного «нуль-пункта» до наших дней. Для большинства фридмановских моделей время T (по порядку величины) обратно пропорционально $H\left(T=\frac{1}{H}\right)$. Однако надежное определение этой мировой константы (H) оказалось весьма непростым делом. Лишь к 1936 году Хаббл пришел к выводу, что $H=540$ *км/сек* на мегапарсек. Отсюда получался срок жизни вселенной:

$$\frac{1\ \textit{Мгпс}}{540\,\frac{\textit{км}}{\textit{сек}}}=\frac{3{,}084\cdot10^{19}\ \textit{км}}{540\,\frac{\textit{км}}{\textit{сек}}}=5{,}72\cdot10^{16}\ \textit{сек}=1{,}8\cdot10^{9}\ \textit{лет}.$$

То есть всего примерно два миллиарда лет?.. Два миллиарда лет прошло с момента образования нашей вселенной, если применить этот коэффициент для расчета времени фридмановских моделей? Но согласно геологическим данным возраст нашей Земли больше двух с половиной миллиардов лет! Не могла же наша планета образоваться раньше, чем вся вселенная?..

Противники фридмановских моделей пытались использовать этот абсурдный вывод, чтобы подорвать доверие к новой теории. Сторонники общей теории относительности утверждали, что причина расхождения в неточности измерения расстояний до галактик. В общем, «этот странный факт возбудил много спекуляций», — писал Макс Борн.

Само по себе открытие красного смещения позволило части ученых, считавших себя приверженцами теории Эйнштейна — Фридмана, торжествовать победу. Некоторые даже считали, что теперь эта теория полностью и вполне надежно обоснована экспериментально. Другая часть, наоборот, стала возражать не только против модели расширяющейся вселенной, но и против всех выводов общей теории относительности. Короче, в среде физиков-теоретиков, астрономов и философов начался бурный идейный разброд. Было высказано недоверие к интерпретации красного смещения как результата эффекта Доплера. Стали лихо-

радочно искать другие объяснения наблюдаемому явлению.

Одна из гипотез, имевших довольно большую популярность в то время, утверждала, что частицы света — фотоны, путешествуя по вселенной, теряют часть своей энергии. Энергия же фотона пропорциональна его частоте и, следовательно, обратно пропорциональна длине волны. Значит с уменьшением энергии фотона длина волны излучаемого света должна увеличиваться. И весь спектр удаленного объекта оказывается таким образом смещенным в красную сторону. При этом нет никакого разбегания. Величина смещения спектра должна быть пропорциональна расстоянию, пройденному светом, и все!..

Лет двадцать назад эта гипотеза вполне серьезно обсуждалась на теоретических симпозиумах. Но потом оказалось, что она требовала отказа от одного из основных законов природы — закона сохранения энергии. Ибо ежели энергия фотонами терялась, никуда не передаваясь, принцип сохранения энергии явно нарушался. Ежели же фотоны передавали часть своей энергии некой среде или другим фотонам, путь их должен был искривляться. Следовательно, изображения далеких галактик не могли принципиально быть четкими. Они обязаны были приходить к нам размытыми. И чем больше было до них расстояние, тем больше они должны были «размываться». Очертания же даже самых далеких и слабых галактик получались на негативах астрономических фотосъемок такими же четкими, как и ближайших к нам звездных систем...

Вторая гипотеза гласила: предположим, что фотон неожиданно распадается на фотон меньшей энергии и некие частицы. Почему? Неизвестно! Просто распадается, и все, если ему приходится долго путешествовать. Эту гипотезу подверг резкой критике молодой талантливый советский физик-теоретик М. П. Бронштейн (1906—1938). Он работал с Л. Д. Ландау, первым в нашей стране стал заниматься квантовой теорией тяготения и фактически заложил ее основы. Он был бы, безусловно, выдающимся ученым — гордостью советской науки, если бы не трагическая гибель в 1938 году.

Критикуя гипотезу распада фотона, М. П. Бронштейн доказал, что, приняв подобное свойство световых квантов, мы получили бы различное красное смещение от разных участков спектров одного объекта. Кроме того, линии спектра неизбежно должны тогда расширяться, и радиоволны от далеких источников к нам не доходили бы вообще, они бы распадались.

В конце концов всем специалистам, всем скептикам мира пришлось согласиться с тем, что иного толкования красного смещения, кроме космологического, основанного на эффекте Доплера, быть не может. И в настоящее время нет ни одной приемлемой гипотезы, которая объясняла бы три основных свойства красного смещения иначе, чем доплеровским эффектом. А свойства эти такие:

1. Независимость красного смещения от длины волны спектра.

2. Закон Хаббла — $v = H \cdot r$.

3. Изотропность красного смещения, то есть его независимость от направления.

Правда, оставалось возражение, которое основывалось на несовпадении возраста вселенной по расчетам Хаббла с возрастом Земли по данным геологов. Почти двадцать лет астрономы мирились с этим. Двадцать лет Земля была старше вселенной. Лишь в конце пятидесятых годов усилиями нового поколения астрономов был осуществлен пересмотр шкалы внегалактических расстояний, приведший к тому, что постоянная Хаббла — мировая константа H — оказалась в шесть-семь раз меньше той, которую определил сам Хаббл.

Обычно сегодня считают, что $H = 75 \div 100 \ \frac{км}{сек \cdot Мпс}$. Понятно, что переход на новую шкалу увеличил и расстояния до галактик, увеличил и время жизни вселенной, сведя его к приемлемой величине. Действительно, теперь

$$T = \frac{1}{H} = \frac{1 \ Мпс}{(100 \div 75) \ \frac{км}{сек}} = \frac{3{,}086 \cdot 10^{19} \ км}{(100 \div 75) \ \frac{км}{сек}} = (10 \div 13) \cdot 10^{9} \ лет.$$

Пришло время для того, чтобы попытаться определить горизонты окружающего нас мира.

Горизонты вселенной

Люди давно заметили, что небесные тела «любят» объединяться в системы. Первая из таких систем — наша собственная Земля — Луна.

У Сатурна, опоясанного уникальным кольцом, десять спутников. У Юпитера — двенадцать. Наше Солнце, по существующим воззрениям, обыкновенная звезда, каких пруд пруди, имеет тоже систему из девяти открытых на сегодняшний день планет с тридцатью двумя спутниками. Ну, а звезды? В какие системы объединяются они?

Звезды составляют различные системы: двойные, тройные, кратные. Более крупными коллективами являются рассеянные звездные скопления: от десятков и сотен до тысячи и двух тысяч звезд. Еще более крупными объединениями являются шаровые звездные скопления, насчитывающие иногда более миллиона звезд. Академик В. А. Амбарцумян открыл еще один тип звездного содружества — ассоциации молодых, горячих звезд. Все эти содружества входят в состав гигантской звездной системы, носящей название Галактики и содержащей около ста миллиардов членов.

Первым вполне научно и убедительно описал Галактику Вильям Гершель. Он наглядно объяснил, что все наблюдаемые звезды образуют огромную звездную систему, по форме напоминающую линзу. Систему назвали Галактикой. Однако это предположение долгое время не выходило за рамки гипотезы.

В двадцатые годы нашего столетия Хаббл доказал, что спиральные и некоторые другие туманные пятнышки, с трудом различимые на фотографиях, сделанных с помощью мощных инструментов, на самом деле являются удаленными от нас звездными системами, вполне сравнимыми по размерам с нашей

Галактикой. Началась новая эпоха в астрономии. Радиус исследуемого человеком мира увеличился в десятки тысяч раз. Это количественное расширение горизонтов не могло не повлечь за собой и качественного изменения взглядов на вновь открываемые объекты. Во вселенной нет ничего единственного и неповторимого, но природа не ставит и на конвейер свои объекты: галактики, радиогалактики, квазары, квазаги, пульсары — кто скажет, что ждет наших астрономов, когда в строй вступит новый советский сверхтелескоп с шестиметровым зеркалом?..

Наша Галактика окружена шестнадцатью соседями — тоже галактиками, образующими довольно тесную группу — Местную систему. Астрономы полагают: есть основания считать, что все до сих пор открытые семнадцать членов Местной системы связаны не только какими-то физическими законами, общими для всей группы, но и общим происхождением. Наблюдая миллионы галактик, разбросанных почти во всех уголках неба, астрономы заметили, что галактики также имеют тенденцию к группированию, объединяясь в скопления галактик. А нельзя ли в таком случае по аналогии со звездами предположить, что скопления галактик также объединяются в некую сверхсистему?

В 1953 году французский астроном Вокулер высказал мнение, что наиболее яркие (до 12-й видимой звездной величины), то есть ближайшие к нам галактики, определенно концентрируются, объединяясь в колоссальную сплюснутую систему, которую он и назвал сверхсистемой галактик. При этом советский астроном Б. Л. Воронцов-Вельяминов обнаружил, что не все наблюдаемые галактики входят в эту сверхсистему. Значит, это не метагалактика, включающая в себя все объекты, находящиеся в пределах, доступных обозрению.

Но тогда возникает вопрос: нельзя ли следующей ступенью организации вещества во вселенной считать метагалактику?

Непосредственно наблюдаемых фактов для такого вывода пока как будто нет. И все-таки некоторые основания предполагать, что такая система, как метагалактика, существует, имеются.

Существует не очень отчетливое предположение, что в состав метагалактики входит столько же гигантских звездных островов, сколько примерно звезд содержит такая Галактика, как наша, и что метагалактика является автономной системой галактик. Размеры метагалактики не трудно подсчитать, если заранее пойти на признание закона Хаббла. Строго-то говоря, он не совсем точен для очень больших расстояний. Но давайте пренебрежем этим обстоятельством. Тогда границы обозримой вселенной отодвинутся от нас на расстояние, на котором находятся галактики, уносящиеся от нас со скоростью света С.

Итак, закон Хаббла: $v = H \cdot r$.

Отсюда, если $v = 300\,000$ *км/сек*, то

$$r = \frac{v}{H} = \frac{300\,000 \ \frac{км}{сек}}{(100 \div 75) \ \frac{км}{сек \ Мгпс}} = (3000 \div 4000) \ Мгпс.$$

Нельзя сказать даже, что это «огромное» расстояние. Это просто ни с чем не сообразное расстояние в 10^{28} сантиметров, которое нет смысла переводить в километры. Все равно его себе не представить.

Есть предположение, что метагалактика не является последней ступенью организации вещества во вселенной. Но ежели метагалактика не вся все-

ленная, то позволительно задать вопрос: что же дальше?

А дальше, говорят некоторые ученые, по-видимому, «следует предположить существование других метагалактик с еще большими расстояниями и, может быть, еще более грандиозными схемами организации».

«Вот это здорово! — имеет право воскликнуть читатель. — А не кажется ли автору, что изгоняемый с самых первых страниц «демон бесконечности» снова контрабандой проник в картину мира?»

Ну, что может ответить на это автор. Он сокрушенно разведет руками и невнятно пробормочет что-то, ссылаясь на спиральный путь развития познания и на новый, все более возрастающий уровень наших знаний о бесконечности по сравнению не только с греками и арабами, но и с концепцией Ньютона и Лобачевского, Римана, Эйнштейна и Фридмана.

Отец Жорж решает уравнения

«Я только решаю уравнения. Разбираться в их физическом смысле должны физики». Эти слова с небольшой степенью достоверности приписываются Александру Александровичу Фридману. Дело в том, что «вселенные Фридмана» расширялись потому, что этого требовали от них решения космологических уравнений Эйнштейна. И все! Полвека назад это выглядело вовсе не так наглядно, как может показаться нам с позиций 1971 года. Люди жаждали увидеть физическую картину рождения вселенной, соответствующую абстрактной математической схеме. Люди требовали интерпретации математических решений.

В 1931 году профессор университета в Лувене, в Бельгии, аббат Жорж Эдуард Леметр (1894—1966) выступил с предложением рассматривать «нуль-пункт» вселенной именно как момент, когда все вещество, вся материя вселенной была исторгнута в разных

направлениях из крошечного объема, стремящегося в «нуль-пункте» пространства и времени к нулю.* Для некоторых эта гипотеза снова запахла «сотворением мира». Нечто из ничего! На такие чудеса способен только господь бог. О Жорже Леметре почти не найти подробных сведений, хотя он прочно входит в первую пятерку космологов-релятивистов. Причина, очевидно, в двойственности его жизни и судьбы.

В 1922 году двадцатнвосьмилетний Леметр рукоположен в сан. А в 1923—1924 годах усиленно изучает астрофизику в Кембридже и в Массачусэтском технологическом институте. Там же защищает он и диссертацию. В 1927 году Леметр возвращается в Бельгию, где он становится профессором астрономии католического университета в Лувене. Леметр много занимается вопросами общей теории относительности. Примерно девяносто процентов всех его работ (а он опубликовал 73 труда) посвящены общерелятивистской космологии и проблемам ОТО.

В 1931 году Леметр первым очень наглядно описал, как некогда все вещество вселенной было сдавлено в один ком, который он назвал «отцом-атомом», и как в один прекрасный момент $t = 0$ «отец-атом» взорвался. Осколки его, первоначального кома материи, полетели (и продолжают разлетаться сейчас) в разные стороны, породив наблюдаемую вселенную со всеми атрибутами ее пространства-времени.

Леметровская модель была легка для понимания и очень эффектна. Его решение немного отличалось от решения Фридмана. Радиус кривизны менялся во времени как бы с «остановкой». При этом сам Леметр, понимая несостоятельность «гипотезы творца», относился к ней с большой осторожностью и был далек от примитивного представления о боге-кудеснике, создавшем мир из ничего. Вот что сказал он по поводу теории расширяющейся вселенной с «началом» на XI Сольвеевском международном конгрессе в 1958 году, посвященном вопросам космологии.

«В той мере, в какой я могу судить, такая теория полностью остается в стороне от любых метафизических или религиозных вопросов. Она оставляет для материалиста свободу отрицать любое трансцедентное

бытие. В отиошеини начала пространства-времеии материалнст может оставаться при том же миеиии, которого он мог придерживаться в случае неособеиных областей простраиства-времеии».

Так что Леметр, хоть и был аббатом — отцом Жоржем, вопросы веры н зиаиия старался ие смешивать. Одиако вряд ли нашего читателя особеиио заинтересует проблема отиошеиий священиослужнтеля со своим кумиром. Да н наша задача ииая. Как ученый Ж. Э. Леметр, безусловно, выдающаяся личиость. Почетный доктор ряда университетов, член Бельгнйской н Итальяиской академий наук, ои стаиовится также членом Ватикаиской — Папской академии наук и даже избнрается в последиие годы ее президентом.

Одии из немногих учеиых мира Леметр в 1953 году награждеи медалью Эддиигтоиа.

Междуиародиая премия за популяризацию иаучных идей Георгию Гамову

В свое время модель Леметра сыграла весьма существениую роль в развитни мнровоззреиия. Особенио популярной стала она после того, как физик Георгнй Гамов (1904—1968) назвал теорию Леметра теорией большого взрыва и доработал ее начальный этап.

Фигура Георгня Антоиовича Гамова весьма одиозиа. И, навериое, автор бы ие стал даже упомниать о его биографни, ограничившись нзложением теории, если бы не смерть учеиого, которая подвела грустиый, но неизбежиый итог избраниой им для себя жизни.

Родился Георгий Гамов в Одессе, там же иачал учиться, наблюдать звезды в подарениый отцом телескоп; в Одессе Гамов кончил и средиюю школу. Отпраздиовав это событие, юиоша поступнл в Лениигрaдский уииверснтет. Годы учебы совпадают со временем буриого стаиовления советской физики. Имеиио

этот период дал нашей стране П. Л. Капицу и Н. Н. Семенова, И. В. Курчатова и Ю. Т. Харитона, В. Н. Кондратьева и А. П. Александрова, И. К. Кикоина и многих других видных ученых наших дней. Сейчас это старшее поколение советских физиков — нобелевские лауреаты, лауреаты Ленинских премий, а главное, люди, чьи имена знает и произносит с уважением народ родной страны...

Со многими из них начинал, был знаком, спорил и работал вместе Георгий Гамов. В 1928 году он защитил диссертацию и был направлен в группе талантливой молодежи в летнюю школу в Геттинген — эту «Мекку науки» начала столетия. Затем он совершенствуется в Кавендишской лаборатории у Эрнста Резерфорда и Чадвика. В Копенгагене он встречается с Нильсом Бором, которому рассказывает о своих работах по квантовой теории и строению ядра. Бор приглашает его на год к себе в Институт теоретической физики, добивается для него стипендии Датской королевской академии наук. Ослепительная научная карьера, огромный талант и блестящие перспективы. В 1931 году Гамов возвращается в СССР и избирается членом-корреспондентом Академии наук СССР — это в двадцать-то семь лет!

Но вот наступает 1933 год. Вместе с другими советскими учеными Георгий Антонович Гамов едет на Сольвеевский конгресс в Брюссель, где получает приглашение прочесть цикл лекций по ядерной физике в Мичиганском университете.

После недолгого пребывания во Франции в институте Пьера Кюри он переезжает в США, где начинает постоянную работу в качестве профессора физики университета Георга Вашингтона в Вашингтоне. Там в сотрудничестве с венгерским эмигрантом Э. Теллером он разрабатывает свою знаменитую теорию бета-распада. Затем публикует ряд работ по теории ядерной жидкости и ядерным реакциям в звездах. Вместе с Шенбергом развивает теорию «Урка процесса», которая привлекла внимание специалистов к роли нейтрино в звездных процессах. (Одессит Гамов не мог удержаться, чтобы не ввести жаргонное словечко для обозначения процессов «похищения» энергии. Так «урки» получили гражданство в научной литера-

туре.) Здесь же начннает разрабатывать теорию образования элементов. Вступление Америки во вторую мировую войну не изменяет интересов Гамова. Он становится научным консультантом ряда военных учреждений, принимает участне в манхэттенском проекте, консультируя группу Лос Аламоса, заннмающуюся непосредственно созданием атомной бомбы.

Позже его совместные работы с Теллером помогли американцам соорудить н взорвать свое первое водородное чудовнще... Пожалуй, тогда-то впервые и поднялся в его душе гребень волны сожаления особенно высоко. Ни отъезд его, Гамова, одного из ведущих советских физиков тридцатых годов, нн война, выигранная его родным, но покинутым им наро-

дом, не остановнли развнтне науки. А не уехал бы он, этот процесс, может быть, шел бы еще быстрее. Впрочем, в то время, когда американцы еще только монтировали неуклюжую установку для производства водородного взрыва, в Советском Союзе уже была готова, испытана и передана в серийное производство водородная бомба.

После войны Гамов отходит от ядерной физики. Отголоски его прошлых трудов еще слышатся в разрабатываемой им космологической гипотезе большого взрыва в 1947—1949 годах. Но в 1954 году он резко меняет направление исследованнй и начинает заннматься вопросами биологии. И здесь снова вспышка таланта — Гамов предлагает идею генети-

ческого кода и публикует целый ряд пионерских работ по биологии.

В 1956 году он переходит на работу в университет Колорадо, где остается уже до конца жизни.

20 августа 1968 года Георгия Антоновича Гамова не стало. Переехав в США, он оборвал все связи с родиной, полностью натурализовался. И все-таки до конца жизни оставался русским, тосковал по России и умер одиноким и скорбным — обычная судьба эмигранта. Независимо от таланта, ума или иных качеств нет для человека более горькой судьбы, чем потерять родину. Даже если внешне его жизнь будет казаться парадом благополучия.

В Америке Гамов много занимался популяризацией науки. Им написано более сотни научных работ и около тридцати научно-популярных статей. Издано около тридцати томов его книг, из них двадцать три научно-популярные. Гамов был членом многих академий мира, а в 1956 году ООН присудила Гамову Международную премию за выдающийся вклад в популяризацию научных идей. Подобный акт — большая редкость, и надо быть действительно «выдающимся популяризатором», чтобы в нашем мире удостоиться чести признания... Впрочем, с примером образца популярного мышления Г. А. Гамова читатель сам может познакомиться в следующем параграфе.

«Big bang», или «Большой взрыв», в науке о происхождении вселенной

Итак, вы помните, уважаемый читатель, что аббат Леметр дал идею «рождения» вселенной. При этом он предусмотрительно не доводил кривую изменения радиуса кривизны до начала координат. Да и сами оси предпочитал рисовать с разрывом в этой «особой» точке. Нет, о начальном периоде развития все-

ленной профессор Леметр предпочитал не говорить вообще...

Гамов заинтересовался именно началом. Его не устраивали названия — «первичный атом». Он предпочел назвать ком первичной, плотно спрессованной и раскаленной праматерии, находящейся в «довзорвавшемся» состоянии, илемом, позаимствовав этот термин у Аристотеля. (Стагирский философ обозначал так основную субстанцию вселенной.)

По мнению Гамова, эволюция вселенной разбивается на пять стадий. Сначала илем состоял из очень сжатой (плотной) массы водорода, у которого все электроны оболочек вдавлены в протоны ядер, а возникшие в результате этой операции нейтроны сжались еще до предела, образовав однородную массу колоссальной плотности да еще находящуюся при весьма высокой температуре.

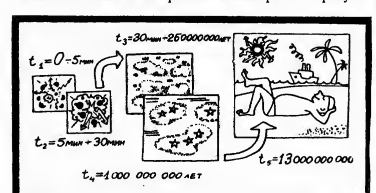
В 1948 году Гамов вместе с соавторами Р. Альфером, Г. Бете, фамилии которых удачно образовывали начало греческого алфавита, дал «альфа, бета, гамма-теорию» образования элементов в результате взрыва илема. (Истины ради надо сказать, что Бете никакого участия в этой работе не принимал и его имя понадобилось Гамову для изящества заголовка.) Указанная теория предполагала, что илем разлетелся буквально на отдельные нейтроны. Нейтроны же в существовавших адских условиях быстро распадались на электроны и протоны.

Посмотрите на рисунки. На них представлены пять стадий, или пять эпизодов, из истории вселенной Гамова. Каждый из них помечен временем, в течение которого занавес был поднят.

Итак, первый акт — 0÷5 минут от «начала». Илем только что взорвался. Вы видите в кадре смесь частиц. Флегматичные нейтроны, не выдержав чудовищных температур, распадаются на протоны и электроны, сопровождаемые юркими фотонами. В такой «атмосфере»», несмотря на «тесноту», частицы движутся с энергией, которую можно сравнить с энергией современных ускорителей. В недрах илема яростно кипят ядерные реакции — частицы, сталкиваясь, образовывают ядра легких элементов, которые тут же распадаются...

Второй акт — от пятой минуты до получаса роднвшегося временн. Это уже ие илем, но еще и не вселенная. Вместе с расширением падает температура. Надо полагать, что подобный процесс ие является новостью для эрудированного читателя. Вспомните —ведь это не что нное, как хорошо знакомый принцип работы обыкновениого холодильника.

Полчаса иепрерывного взрыва достаточио, чтобы заготовить осиовиое количество стройматериала для всей дальнейшей работы. Читатель, конечно, знает, что свободные нейтроны имеют период полураспада всего 12—13 мннут. И через полчаса их остается слишком мало для того, чтобы реакцин моглн ндти с прежней легкостью. Вместе с протонами иейтроны образуют



дейтоны и трнтоны, ядра гелня и других, более тяжелых элементов. Трндцать мннут спустя от всего первоиачального колнчества нейтронов остается примерно восьмая часть... Реакцин сннтеза затухают...

Следующий, третий акт заннмает период от трндцатой мниуты «действа» до двухсотпятидесятимиллиониого года существования. Автор надеется, что читатель поннмает, насколько следует доверять приводимым цифрам. Гипотеза есть гипотеза, и самое большое, иа что может претендовать ее творец, — это примериый порядок совпадения величнн... Итак, через полчаса после взрыва образовавшнеся ядра приступили к ловле бездомных электроиов н стали образовывать атомы. Атомы скапливались в облака, которые в дальнейшем

дали начало галактикам н звездам. Этот период Гамов характеризует возникновением протогалактики...

Акт четвертый — первый миллиард существоваиия на исходе. Во вселениой возниклн галактики, в недрах которых зарождаются протозвезды и, может быть, даже протоплаиеты.

И наконец, последний акт охватывал следующие четыре миллнарда лет и заканчивался в иашем с вамн времеин. Всего получалось примерио 5 мнллнардов! Но вннмательного чнтателя это не должно удивлять, потому что ои помннт, как в шестидесятых годах иашего столетия произошла переоценка времеииой шкалы в сторону ее увеличеиия, и пять миллнардов лет вселенной превратились в тринадцать! Впрочем, этот факт еще найдет себе место в нашей книжке. К сожалению, сложная и путаная нстория космологии не позволяет выстроить все события последовательно в хронологическом порядке. И отступлеиия, забегания вперед неизбежны так же, как неизбежны и иекоторые повторения.

Наглядиость гипотез Леметра и Гамова привлекли к ннм всеобщее внимаиие. По миеиию миогих сторонников гнпотезы, такой взрыв чем-то должен быть очень похож иа взрыв атомиой нли водородной бомбы; только, понятно, сверхбомбы, супербомбы, сверхсупер-ультра- и т. д. бомбы, бомбы, представить которую себе трудно, просто невозможно, даже обладая сверхфантастическим воображением. Это сравнение, возникшее в период «атомно-водородиого бума», распространилось среди самых широких масс. Правда, может быть, прнчина этого сравнення кроется в том, что именно физикн — участникн разработки водородного оружия — и были главиыми болельщнками гипотезы «big bang'a».

Конечно, смущала всех сингулярность, присущая этой модели. Та самая пресловутая особая точка, или нуль-пункт вселенной. И еще смущало то, что в гипотезе так много внимаиия уделяется первым тридцати минутам после взрыва. Ведь возраст вселенной иасчитывает миллиарды лет... По этому поводу уместио предоставить слово самому автору теорин.

«Многие люди, — рассуждает Гамов, — считают, что не нмеет физического смысла говорить о получасе

или часе, который был 5 (сейчас по новой шкале соответственно 10—13 — *А. Т.*) миллиардов лет назад. Чтобы ответить им, я предлагаю: посмотрим на место в Неваде, где была взорвана несколько лет назад атомная бомба. Это место еще «горячо» из-за существования долгоживущих продуктов взрыва. Для того, чтобы создать эти продукты, достаточно было миллионной доли секунды. Простая арифметика показывает, что период, прошедший с момента этого взрыва, во столько же раз больше микросекунды, во сколько 5 (соответственно читай 10—13 — *А. Т.*) миллиардов лет больше «того» получаса! Но ведь от этой разницы мгновение взрыва не стало для нас менее интересным и менее существенным».

Если все было именно так, как предполагал Гамов, то и сегодня где-нибудь во вселенной можно отыскать следы колоссальных температур, царствовавших в первые мгновения «большого взрыва»?.. Ну пусть хоть «остывшие остатки» каких-то первоначальных квантов...

Пока вещество находилось в ионизованном состоянии, оно представляло собой горячую плазму из электронов, протонов и ядер легких элементов (в основном гелия).

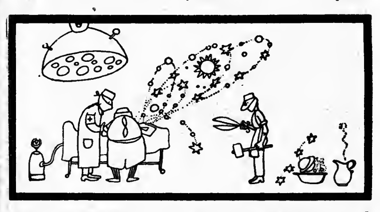
Плазма эта сначала находилась в динамическом равновесии. Это значит, что частицы излучают и поглощают одинаковые количества квантов электромагнитной энергии. Температура излучения находится в полном соответствии с температурой плазмы. Но постепенно расстояния между частицами увеличиваются. (Ведь взрыв сообщил им громадные скорости разбегания.) Теперь, чтобы излученный квант энергии мог добраться до частицы, способной его поглотить, нужно было время. В пути энергия кванта уменьшается.

Таким образом, с расширением вселенной температура излучения падает. Чем дальше лететь кванту, тем «холоднее» он должен становиться. (Вспомните, что красное смещение от далеких галактик больше, чем от близких.)

Через несколько сотен тысячелетий после «начала» температура уже изрядно «разжижившейся» среды падает примерно до трех-четырех тысяч

градусов. Теперь уже не все излученные кванты поглощаются возбужденными частицами. Среда становится «прозрачной» для излучения, оно как бы «отрывается» от нее и начинает «гулять» по вселенной. Вот эти-то электромагнитные волны и должны бы дожить до наших дней, пусть «постаревшие», «охладившиеся». Расчеты теоретиков показали, что, добравшись до нас, до нашего времени, это излучение должно иметь температуру не выше трех-четырех градусов по Кельвину.

Значит, «горячая» модель Гамова требовала, чтобы в наши дни во вселенной можно было обнаружить излучение в 3—4°К. В 1948 году средств для подобных наблюдений еще не существовало. Радиоастроно-



мия в послевоенные годы только начинала свой «марш-бросок», и измерение излучения столь низких температур казалось радиоастрономам тех лет делом совершенно безнадежным.

В середине XX столетия, впрочем, как и во все другие времена, когда человечество оказывалось незанятым на фронтах, вторая мировая война уступила место войне «холодной». Вопросы происхождения вселенной снова оказались в центре ожесточенной идеологической борьбы.

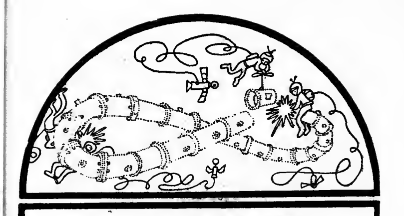
Одно из наиболее влиятельных направлений идеалистической философии — неотомизм. Неотомисты широко пользуются введеным Фомой Аквинским еще в XIII веке принципом гармонии разума и веры, с особой охотой используя нерешенные вопросы науки

для защиты религиозных догматов. Недаром еще в 1879 году неотомизм был объявлен официальной философской доктриной католической церкви. А в 1951 году папа римский Пий XII выступил с большой речью, призывая признать достижения современной науки в качестве доказательств всемогущества бога.

Часть ученых — представителей материалистического направления — поспешили решительно отмежеваться от идеалистических тенденций в космологии и... впали в другую крайность. Вместе с богом они отреклись от всей теории расширяющейся вселенной. Довольно долго среди материалистов «хорошим тоном» считалась верность идее бесконечной вселенной, тогда как релятивистская космология объявлялась «бесплодной математической игрой, лишенной какого бы то ни было астрономического значения»; общая же теория относительности рассматривалась как «математические упражнения, не имеющие ничего общего с космологией».

Так споры о моделях мира переплелись со спорами о мировоззрении двух непримиримых лагерей: материализма и идеализма.

Между тем спорящим сторонам предстояло договориться прежде всего о самом предмете спора. Потому что, как выяснилось, далеко не все представители бурно развивающейся космологии вкладывали в термин «вселенная» одинаковое понятие. Короче говоря, к середине текущего столетия космология представляла собой хорошо и со знанием дела перепутанный клубок противоречий. Распутывать его выпало на долю ученым нашего поколения.



глава девятая

в которой читатель наконец-то, во-первых, попадает в собственное время, во-вторых, знакомится с результатами практической деятельности астрономов и космологов и, в-третьих... В-третьих, правда по замыслу автора, читатель должен убедиться, что легче ему от всего вышеизложенного не стало

Удивительны науки о вселенной. С одной стороны, их методы позволяют заметить разницу в положении небесных объектов, измеряемую долями угловых секунд. И тут же, рядом, существуют приближения, о которых говорят, что результаты вполне хороши, если не отличаются больше, чем на порядок...

Космология за последнее время из разряда чисто умозрительных наук переходит в разряд наук физических. И как всякая развивающаяся отрасль знания, переживающая период становления, она занята уточнением и переоценкой своих результатов. Поэтому автор хотел бы предупредить читателя, что значения многих величин пока не окончательны. У разных наблюдателей одни и те же исследования сегодня еще дают разные результаты, которые лишь постепенно приближаются к истине. Нужно помнить, что каждая цифра во внегалактической астрономии дает-

ся ценою невероятного напряжения, ценой дьявольских ухищрений как теоретических, так и экспериментальных. А ведь внегалактическая астрономия — это один из главных поставщиков фактического материала для космологии. Читателю, проникшемуся идеями расширяющейся вселенной, должно быть уже совершенно ясно, что чем дальше от нас расположен объект наблюдения, тем больше времени требуется свету, чтобы добраться до земных телескопов, а следовательно, тем более «молодым» мы этот объект видим...

Свет и радиоволны, несущие нам основную информацию о небесных объектах, пробегают в космосе примерно 300 тысяч км/сек. Солнце находится в восьми минутах светового хода от нас. Значит, мы каждый раз, взглянув на наше светило, видим его таким, какое оно было восемь минут назад. А если объект наблюдения находится дальше?

Свет от Проксимы центавра добирается до Земли четыре с лишним года. Следовательно, потухни соседка нашего Солнца в одночасье, мы бы узнали об этом лишь через четыре с лишним года.

А если такой объект наблюдения, как, например, галактика туманность Андромеды, отодвинут от нас миллиона на два световых лет? Значит, мы и видим его сейчас таким, каким он был два миллионолетия назад, когда световой поток покидал его звездные просторы. Рассматривая последовательно все более удаленные небесные объекты, мы словно пользуемся «машиной времени» для того, чтобы проникнуть в прошлое нашей вселенной.

«Машиной времени»! Впереди у нас еще увлекательное путешествие при помощи этого фантастического вида транспорта. Впрочем, фантазия никогда не служила науке помехой...

От «радиозвезд» до звездоподобных объектов

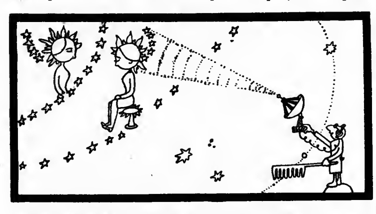
В 1932 году молодой инженер Карл Янский открыл радиоизлучение ядра Галактики. Затем в 1946 году в печати появилась публикация трех английских ученых Хея, Парсонса и Дж. Филлипса, обнаруживших мощное радиоизлучение из небольшого участка неба в созвездии Лебедя: был открыт первый дискретный источник радиоизлучения. Скоро за ним последовали находки и других источников. Вначале, пока разрешающая способность радиотелескопов была незначительной, небесные «радиостанции», казалось, занимали очень маленькие участки неба, как звезды. Так их и считали «радиозвездами». Но со временем «зрение» радиотелескопов становилось все острее и острее, и наблюдатели обнаружили, что контуры «радиозвезд» начинают расплываться. Не увязывались «радиозвезды» и с теорией. Все это привело к тому, что от гипотезы «радиозвезд» пришлось отказаться.

Многие радиоисточники вначале были отождествлены с облаками газа. Но вот являются эти «радиооблака» членами Галактики или это внегалактические объекты — было неизвестно. Первый дискретный источник радиоизлучения, отождествленный с оптическим объектом за пределами солнечной системы, оказался расположенным в Крабовидной туманности. В 1949 году австралийские астрономы Болтон и Стэнли определили его точные координаты.

В 1950 году англичане Хенбери Браун и Хазард обнаружили слабое радиоизлучение уже от галактики Андромеды. Но «радиозвезды» еще не окончательно сдали свои позиции. Полный переворот произошел, когда Вальтеру Бааде удалось отождествить самый первый источник Лебедь — А с оптическим объектом, удаленным на полмиллиарда световых лет. Этот объект по очертаниям похож на восьмерку, каждая половинка которой — галактика. В связи с этим

родилась гипотеза, будто космическое радиоизлучение есть результат столкновения далеких галактик. Но какой механизм мог вызвать такое мощное излучение энергии? Здесь было много предположений. Наиболее плодотворной оказалась теория советских ученых В. Л. Гинзбурга и И. С. Шкловского о том, что излучение возникает в результате движения электронов очень высоких энергий в магнитном поле. Эта гипотеза в дальнейшем получила название «синхротронного излучения» и сейчас широко применяется для объяснения космического излучения.

В конце пятидесятых годов физики-теоретики задумались над тем, какие процессы могут создавать электроны таких высоких энергий. В результате рас-



четов выяснилось, что почти все сто процентов энергии столкновения двух галактик должны превратиться в энергию электронов. Столкновения же, изученные в лабораторных условиях на самых лучших ускорителях, давали переход всего одного процента энергии столкновения в энергию излучения. А ведь в лаборатории процессы строго направлялись экспериментаторами и не были столь хаотичными, как в пространстве... Нет, тут явно что-то было не в порядке с самой гипотезой столкновения. Академик В. А. Амбарцумян, развивая теорию взрывов в ядрах галактик, как закономерной фазы развития последних, подверг решительной критике гипотезу сталкивающихся галактик.

И наконец, последннй удар гнпотезе столкиовения галактнк был ианесен в 1960 году. Астрономы Мэтьюз н Шмидт нз Калифорннйского технологнческого ннститута отождествляли большннство нсточииков радноизлучения с одиночными галактнками. К этому временн н относится начало работ на аиглнйской обсерваторнн Джорделя Бэнк по программе измерений угловых размеров иебесных радноисточников. Англичаие исследовалн добрых три сотнн радиообъектов. Радиотелескоп с высокой разрешающей способностью позволил выяснить, что существуют нсточннки чрезвычайно малых угловых размеров, до одной секунды дугн и даже еще меньше.

Это открытне возвращало к похороиенной ндее «радиозвезд», и до конца 1962 года так н счнталн, что открыты ие что иное, как звездоподобные объекты, населяющие иашу Галактнку. Но вот один нз странных звездоподобных объектов, зарегистрнрованных в третьем кембрнджском каталоге как 3С48, показал удивнтельный, нн иа что ие похожнй спектр. Нн одна линия его ие совпадала с твердо установленными положеннями линий атомиых спектров. Мало того, его световое излученне оказалось переменным. Последиее обстоятельство окончательио указывало иа то, что объект 3С48 должен быть небольшим, компактным, короче, он должен быть тнпа звезды. Это, пожалуй, иуждается в объясненни.

Когда мы для звездоподобных объектов применяем эпитеты «большой» илн «иебольшой, компактный», то понимать нх следует в звездном масштабе. «Большой» — значнт от края объекта и до края свет путешествует годы... А как вы думаете, может такой гнгант столь согласоваино подмигивать? Пожалуй, иет! Представить себе механизм, заставляющнй объект протяженностью во много световых лет одновремеино менять яркость, это означало бы отказаться от прннципа, согласно которому скорость света максимальна; тогда иужио допустить «мгновенное распространение сигиалов». А это уж слишком явный шаг назад.

Нет, иет, единственное разумное объясненне заключалось в призианни компактиости виовь открытых небесных объектов. Ну, а почему онн так светятся?

И. С. Шкловский предположил, что наблюдается одновременная вспышка нескольких сверхновых звезд, сопровождающаяся мощным радиоизлучением. Бербндж выдвинул гипотезу о наличии цепной реакции взрывов многих звезд. Фаулер и Хойл, по словам последнего, «пришли к мысли собрать все звезды вместе в одно сверхтело, по массе превышающее Солнце в миллионы раз». Но решиться на такое предположение было довольно трудно, потому что среди астрономов существовало твердое убеждение, что звезд с массой больше 50 масс Солнца существовать не может. Сверхзвезда Хойла и Фаулера должна была светить ярче целой галактики. Между тем 3С48 представлял собой крошечную искорку, еле различимую в большой телескоп.

Чрезвычайно интересный путь исследования «непонятных» небесных радиообъектов выбрали австралийцы. В их распоряжении был хороший 70-метровый параболический радиотелескоп, расположенный вблизи Сиднея. Чтобы еще повысить его «зоркость», они решили воспользоваться Луной в качестве естественного экрана, закрывающего радиоисточники. Так как положение Луны в любой момент времени точно известно, то можно столь же точно указать момент экранирования и появления источников. Конечно, для этого высокой чувствительности приемник нужно было постараться оградить от любых возможных радиопомех местного происхождения.

Австралийские наблюдатели выбрали источник 3С273. И вот как Ф. Хойл описывает этот эксперимент. «При наблюдениях они предприняли невероятные меры предосторожности... С телескопа было снято несколько тонн металла, чтобы сделать возможным наблюдения при меньших углах возвышения, чем обычный рабочий диапазон. За несколько часов до момента покрытия источника Луной все местные широковещательные радиостанции повторяли призыв: никто не должен включать радиопередатчиков во время наблюдений. Все дороги, проходящие вблизи телескопа, были перекрыты и патрулировались, чтобы быть уверенными, что по соседству нет движущихся автомобилей. И последний штрих: пос-

ле иаблюденнй Хазард н Болтои отвезли два дубликата записей в Сидней иа отдельных самолетах».

Сложный экспернмент увенчался успехом: 3С273 оказался двойиым нсточииком, с двумя очеиь маленькнмн компоиентамн, удалеиными друг от друга примерно на 20 угловых секуид. Столь точное положеине источннка позволнло америкаискому астроиому М. Шмидту на обсерваторнн Мауит Вилсон отождествнть радионсточинк с едва заметным оптическнм следом. Получалось, что радноволны нзлучала звезда?..

Квазары, или что делает практика с теорией

После отождествлення непонятного раднонсточиика с оптической звездой предстояло получнть его спектр.

Получеине спектров слабых объектов — невероятно долгая и утомнтельиая работа. Она требует от исследователя терпения, аккуратиостн и винмання.

Маартену Шмндту повезло. Четыре линнн спектра нз шестн, несомненио, прннадлежали лнбо водороду, лнбо атомам другого элемеита, «ободранным» до последнего электроиа. Но онн иаходнлнсь совсем не на тех местах, где положено, и, как предполагает Шмндт, смещены к красному концу спектра на 16 процеитов.

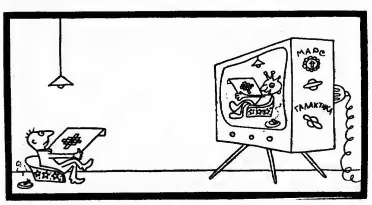
И сразу все четыре лнннн совпалн с лннням изучення водорода.

Казалось бы, можно торжествовать победу. Но не тут-то было!.. Еслн допустить, что обиаружеиное красное смещенне спектра имеет космологнческнй характер, то объект 3С273 должеи иаходнться на расстояини примерно двух с половниой мнллнардов световых лет н улетать от иас со скоростью порядка

45 тысяч километров в секунду! Еслн из такой невероятной дали он все-таки виден нам, то он вообще не звезда! Чтобы светить на таком расстоянии, он должен быть ярче целой галактикн!

Можно, правда, предположить, что красное смещенне спектра вызвано воздействием мощного поля тяготения на проносящнеся в нем кванты (фотоны). Тогда загадочный объект может быть расположен недалеко от нас и представлять собой ком плотной раскаленной материи. Однако вид спектра объекта характерен для облака раскаленного газа, а не для плотного тела.

Астрономы кинулись к фототекам. На крупных обсерваторнях в специальных помещеннях хранятся



тысячи н тысячн пластинок, полученные за много лет. Оказалось, что странный объект фотографировался множество раз. В фототеке гарвардского «небесного патруля» обнаружнлнсь снимкн, сделанные еще в конце прошлого столетня. На ннх уже былн видны объекты, прнвлекшне внимание. Но до самого последнего временн они считалнсь просто слабымн звездамн, принадлежащнми нашей Галактике; звездами, единственная особенность которых, как считалось, заключалась в том, что они испускалн слншком много ультрафнолетовых лучей. Потому нх и называлн голубыми звездами.

Пользуясь старыми негатнвами, наблюдателн выяснилн, что блеск 3C273 за несколько лет изменился

примерно на 50 процентов. Это означало, что звездоподобный объект по размерам не мог быть особенно большим. Иначе он бы не мог «подмигивать» с таким коротким периодом. Стало быть, это не галактика, это не облако, это... вообще неизвестно что такое. Квазизвезды — как будто звезды, — стали их называть наблюдатели; затем соединили первый и последний слоги первого слова английского названия «quasistellar object»; получилось привившееся сегодня название — «квазар».

Вслед за объектом 3С273 были исследованы и другие квазары. К сегодняшнему дню получены спектры более сотни этих удивительных объектов, вопрос о природе которых еще далеко не решен. Астрономы ухитрились получить спектр такого удаленного квазара, линии излучения которого оказались сдвинутыми на 288 процентов к красному концу спектра. Двести восемьдесят восемь процентов означают, что принимаемая длина волны почти в четыре раза больше истинной. Расстояния до таких квазаров, если считать вселенную построенной в виде модели Фридмана, должно быть около восьми миллиардов световых лет.

В 1965 году видный астрофизик Дж. Гринстейн писал: «В качестве конкретной модели (заведомо не объясняющей вариации блеска) можно представить себе квазар как возбужденное газовое облако диаметром 600 световых лет с массой 10^9 солнечных масс. В настоящее время кажется весьма вероятным, что источником энергии сверхзвезды могут быть грандиозные взрывы, высвобождающие либо ядерную, либо гравитационную энергию».

Поистине прав физик У. Корлисс, когда говорит: «Время от времени госпожа Природа подкрадывается к ученым и дает им хорошего пинка... С тех пор как квазары в начале 1960-х годов появились на астрономической сцене, с лиц астрономов и космологов не сходит выражение недоумения. Никто не знает, что такое квазары...»

Впрочем, квазары не ограничились безобидной ролью новой разновидности небесных объектов с неизвестной родословной. Они претендовали на большее.

Путешествие по оси t

Буквой «*t*» обычно обозначают время. Скептику в пору усмехнуться: начинаются, дескать, фантазии. Кому сейчас не известно, что только в лихих фантастических повестях герои путешествуют в завтра и вчера, как будто это соседние троллейбусные остановки.

Используют прием перемещения по времени и авторы научно-популярных книжек. Правда, для этого им приходится привлекать на помощь добрую волю и развитое воображение читателей. Отличительным признаком начала такой апелляции к читателю бывают обычно слова: «представим себе, что...»

В астрономии со временем дела обстоят иначе. Автор уже говорил, что астроному достаточно направить телескоп на небесный объект, отстоящий от Земли, скажем, на тысячу световых лет, чтобы увидеть его таким, каким он был тысячу лет назад. Свет, донесший информацию к нам на Землю сегодня, родился и начал свое путешествие во времена княжения на Руси Святослава и его войны с Византией, за два года до рождения Абу-Рейхана-Мухаммеда ибн-Ахмеда ал-Бируни — выдающегося хорезмского энциклопедиста и самого знаменитого астронома X века.

Но вот в окуляре инструмента иной объект. Красное смещение линий его спектра позволяет определить расстояние в миллион световых лет. Значит, мы видим его сейчас таким, каким он был в те далекие времена, когда наши уважаемые предки еще не очень твердо стояли на двух ногах. Углубляясь дальше в пространство, мы тем самым проникаем и в глубины времени. Внегалактическая астрономия вывела нас за пределы ста тысяч световых лет (это примерный диаметр нашей Галактики) и познакомила с небесными телами, находящимися в том состоянии,

в каком их сотворила природа миллиарды лет назад...

Открытие и исследование спектров квазаров дали возможность астрономам заглянуть еще дальше по времени, примерно на 8 миллиардов лет назад. В самые последние годы получены спектры с таким красным смещением, при котором длины принимаемых волн увеличиваются даже больше, чем в три раза.

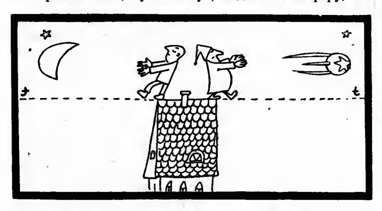
В мае 1965 года М. Шмидт обнаружил, что квазар 3С9 имеет красное смещение, которое соответствует скорости, равной 80 процентам скорости света. Это уже 9 миллиардов световых лет. В 1967 году был опубликован список, содержащий 103 квазара. Самое большое красное смещение спектра оказалось у квазара PKS 0237-23, открытого австралийскими радиоастрономами. Скорость удаления этого объекта относительно Земли равна 247 тысяч км/сек, а расстояние, получаемое по закону Хаббла при H=(100—75) км/сек на мегапарсек, равно 8—10 миллиардам световых лет. А есть ли возможность еще приблизиться к «началу», к тому самому таинственному и жуткому моменту, когда время и радиус вселенной (мы имеем в виду фридмановскую модель) находились в «нуль-пункте»? Квазары в этом нам не помощники. Есть подозрение, что раньше, чем 8—10 миллиардов лет назад, ни звезд, ни галактик, ни квазаров не существовало. Нужно искать какой-то иной источник более ранней информации...

И вот в 1965, урожайном на открытия году лаборатория телефонной компании «Белл» в Нью-Джерси испытывала радиотелескоп высокой чувствительности. Одну за другой убирали техники помехи, налаживая систему. Наконец остался только небольшой шумовой фон, не меняющийся ни от направления, ни от времени работы.

Решили, что это шум, свойственный аппаратуре. Радиотелескоп демонтировали, еще и еще раз испытали его «начинку». Самолюбие инженеров было задето, и потому проверка шла до последней детали, до последней пайки. Устранили, кажется, все! Собрали снова — шум возобновился. После долгих раздумий теоретики пришли к выводу, что это излучение

не могло быть ничем иным, как постоянным фоном космического радиоизлучения, заполняющего вселенную ровным потоком. Астрофизики рассчитали, что шум соответствует температуре, равной примерно 3 градусам Кельвина, и «прослушивается» на различных частотах. Но откуда может взяться во вселенной такой странный поток энергии?

Тут автор просит читателя предаться воспоминаниям. Помните «горячую» модель вселенной Георгия Гамова?.. Спустя примерно 300 тысяч лет после «начала» динамическое равновесие в расширяющемся илеме нарушилось. Плотность горячей плазмы уменьшилась настолько, что излучение получило возможность оторваться от среды. С тех пор эти неприкаянные радиоволны, путешествуя, подобно Агасферу, по



расширяющейся вселенной, должны были «остыть» как раз до 3—4 градусов Кельвина... Так не есть ли излучения, открытые инженерами компании «Белл», следы тех самых «реликтовых волн», оторвавшихся от «адского варева» на трехсоттысячной годовщине его «кипения»?

Можно себе представить, как возрадовались сторонники «горячей» модели, когда пришло это сообщение. «Реликтовое излучение» — именно такое название получили «постаревшие и охладившиеся» кванты репортажа о состоянии вселенной, дошедшего до нас через десяток миллиардов лет. Это открытие не только укрепило позиции «горячей» модели. Ре-

ликтовое излучение позволило со ступеньки времени квазаров (8—10 миллиардов лет) опуститься на ступеньку, соответствующую 300 тысячам лет от самого «начала». Одновременно подтверждалась мысль, что некогда вселенная имела плотность в миллиард раз более высокую, чем сейчас...

Подойдем еще ближе к «нуль-пункту», следуя принципу, что аппетит приходит во время еды... Тут мы опять оказываемся перед проблемой носителя информации. Электромагнитные волны «доводят» нас только до 300 тысяч лет от начала координат. В более ранний период они были связаны с бушующей плазмой и поглощались. Да и что вообще в состоянии выжить в бурно кипящем «котле» вселенной?

И все-таки академик В. Л. Гинзбург, описывая путешествие к «началу», следующей ступенькой времени для «горячей» модели называет... сотую секунду после взрыва. В этот момент плотность вещества вселенной лишь в сто раз больше плотности воды, а температура должна равняться примерно миллиарду градусов. В такой обстановке, как мы помним, протоны соединяются с нейтронами, образуя ядра гелия и других легких элементов. Расчеты показывают, что для «горячих» фридмановских моделей гелия должно образовываться довольно много: примерно на 90 ядер водорода 7—8 ядер гелия и одно ядро какого-нибудь другого легкого элемента. Значит, если бы удалось определить количество гелия во вселенной, то тем самым мы уложили бы еще один «кирпич» в фундамент «горячей» модели. На сегодня найдено примерное содержание гелия в обозримой вселенной — оно колеблется в пределах 5—10 процентов. Физики считают, что такой химический состав вселенной подтверждает «горячую» модель.

Но продолжим обсуждение. Читатель, конечно, понимает, что ни один космолог не угомонится, зная обстановку на сотой секунде «творческой работы большого взрыва». Он захочет знать ее и на десятой и на первой секунде. Правда, возможные носители информации вроде бы исчерпаны. Хотя мы забыли о самых модных во второй половине XX столетия частицах: о нейтрино и антинейтрино...

Если бы удалось поймать и подсчитать нейтрино,

те самые, что образовались в самом-самом начале «начала», то со ступеньки времени 100 секунд мы перейдем на уровень 0,3 секунды существования «горячей» модели. Почему именно 0,3 секунды? Потому что как раз в этот момент плотность взорвавшегося илема должна была достигнуть величины примерно 10 миллионов граммов на кубический сантиметр. Это как раз та плотность, которая является границей для нейтрино. При большей плотности эти неуловимые частицы, «придуманные» некогда чисто умозрительно Вольфгангом Паули, а рассчитанные и названные Энрико Ферми, не способны пробиться через вещество. Зато при меньшей плотности вещества они практически им не поглощаются и должны были бы «дожить» до нашей эпохи.

Однако поймать «реликтовые» нейтрино — это задача, которую решить пока не удается. Эти частицы настолько слабо взаимодействуют с веществом, что проходят, как сквозь пустое пространство, через планеты и звезды, ни с чем не реагируя, ничем не отклоняясь и не рассеиваясь.

Чтобы уловить «реликтовые» нейтрино, нужно почти в миллион раз повысить чувствительность предельных в наши дни измерений. Это задача чрезвычайной трудности. Она настолько трудна, что даже перспективы ее решения сегодня еще весьма туманны.

Правда, три года назад проблема регистрации нейтрино, излучаемых Солнцем, тоже казалась удручающе сложной. Между тем сейчас уже почти ни у кого нет сомнений, что именно нейтринной астрономии принадлежит будущее в исследовании Солнца, и притом будущее, не столь отдаленное. В «окуляре» нейтринного телескопа мы увидим недра нашей звезды. (Нейтринный телескоп вряд ли вообще можно назвать телескопом в обычном смысле, настолько он не похож по внешнему виду на традиционный астрономический инструмент. Но коль скоро название сохранилось, то почему не назвать счетчики «окуляром»?) Если удастся уловить «холодные» реликтовые нейтрино, это будет едва ли не главным доказательством в пользу «горячей» модели.

И наконец последний, хотя и вполне «законный»,

вопрос. Ну хорошо, предположим, что мы научились вылавливать и фиксировать «холодные» нейтрино и подошли на 0,3 секунды к «большому взрыву», а нельзя ли еще ближе?.. После 0,3 секунды жизни плотность «первичного кома» материи больше, как мы говорили, 10 миллионов г/см^3. Даже нейтрино (!) не в состоянии вырваться из такого «теста». Как же быть?

Здесь мы приблизились к последнему реальному, хотя пока и не в практическом смысле, информационному агенту: гравитационным волнам. Они — голубая мечта физики завтрашнего дня. Да, в наши дни время от времени в печати появляются одиночные сообщения об экспериментах по приему гравитационного излучения, но все эти сообщения пока еще недостаточно убедительны, чтобы им можно было надежно поверить.

Гравитационные волны должны обладать еще большей проникающей способностью, чем нейтрино, и должны доходить до нас из областей, плотность которых описывается числом граммов на кубический сантиметр, содержащим девяносто три нуля после значащей цифры ($4 \cdot 10^{93}$ г/см^3)! Конечно, цифра эта может и не пробудить в вас особых эмоций. Но автору становится не по себе. При таких плотностях мы настолько близко подбираемся к вожделенному «нуль-пункту», что остатком времени можно пренебречь. Есть предположение, что при плотностях больше 10^{93} г/см^3 законы нашей физики перестают годиться. Нарушаются фундаментальнейшие принципы, даже такие, например, как принцип причинности. Впрочем, чтобы не удариться в чистую фантастику, автор предпочитает ограничиться сказанным и не раскрывать перед читателем горизонты сверхплотного мира.

Некогда Гамов говорил, что с физической точки зрения мы должны полностью забыть о существовании периода до взрыва и о моменте взрыва. Несмотря на то что его «пять актов» охватывают, казалось бы, все время от «нуль-пункта», Гамов считал, что мы можем проследить развитие вселенной, основанное на достоверных фактах, лишь от нашего времени до одного миллиарда лет от «начала». Так было

четверть века назад. Затем «реликтовое излучение» приблизило нас на ступеньку 300 тысяч лет от начала. Не исключено, что пройдет несколько лет, и крайним сроком «начала» вселенной, о котором у нас будут надежные факты, станут 0,3 секунды. Поживем, увидим...

Вселенная, год 1971-й

Критерием истинности любой теории является опыт. (Высказанная истина настолько тривиальна, что автору даже неудобно начинать с нее заключительный параграф об итогах развития классической общерелятивистской космологии за пролетевшие пятьдесят четыре года.) Для космологии это тоже закон. Во-первых, такая наука, бывшая безраздельно умозрительной, стала опираться на данные опыта, на данные наблюдений — факт сам по себе замечательнейший. Во-вторых, сочетание слов «классической, общерелятивистской космологии»... разве не говорит о ее признании? Сегодня мы смело можем сказать, что все имеющиеся в нашем распоряжении факты подтверждают космологию вселенной, построенную на фундаменте общей теории относительности.

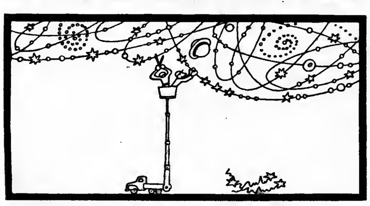
Конечно, пока модели вселенной, построенные на основе теории Эйнштейна — Фридмана, лишь первые попытки математического описания наблюдаемого разбегания галактик; самые первые попытки и, конечно, чрезвычайно упрощенные. Мы еще слишком мало знаем наверняка, слишком мало имеем конкретных фактов о вселенной, чтобы построить адекватную модель. Но мы на правильном пути: факты, теория и снова факты.

Конечно, в космологии немало затруднений. И первое из них, о котором говорит выдающийся советский космолог А. Л. Зельманов, заключается

в множественности моделей. При любом значеиин космологнческой постоянной уравнеиия Эйнштейна допускают множество решеиий, а следовательно, и миожество моделей разных типов.

«Миожественность моделей естествеииа, если их прнмеияют лншь к ограннченным областям вселенной, — пншет А. Л. Зельманов. — Но модель вселенной, как целого, если такая модель вообще принципиально возможна (что далеко не очевндно), должна быть едннственна, как единственна н сама вселеиная». «Едниственна ли?» — сомиеваются другие учеиые.

Велики затрудиения и с объяснением сингулярности, то есть иаличия «особого состояиия» в начале



расшнрення фридмановских моделей. Действительно, как представить себе вселениую, стянутую в точку с чудовищной плотностью вещества?.. Мы уже знаем, что на сем затрудненни усиленно пытались погреть руки теологи, но и без них это обстоятельство явнлось камнем преткновения для многих теоретиков. За пятьдесят с лишним лет существования релятнвнстской космологии былн предприняты иеисчнслимые попытки обойти «нуль-пункт» расширяющейся илн пульсирующей модели и найти такое решение, которое, с одиой стороны, не протнворечило бы наблюдаемым данным, с другой — укладывалось в рамкн современной физнки и общей теории относительности.

Было высказано предположение, что при последующем после расширения сжатии «особая точка» достигаться не будет и вместо исчезновения вселенная будет совершать бесконечные колебания — осциллировать. Такая модель не имеет ни конца, ни начала. Она лишь пульсирует с определенным периодом. Конечно, в моменты сжатия и достижения максимальной плотности все галактики, все звезды, не говоря уже о планетах, должны разрушаться. В эти моменты, в условиях, напоминающих первые секунды «большого взрыва», происходит обновление мира. Все вещество галактик и звезд превращается в раскаленное облако плазмы, состоящей снова из смеси почти равного количества протонов и нейтронов. Затем должно начаться расширение, и весь цикл образования вещества, звезд и галактик повторится сначала.

Однако последние работы как советских физиков Я. Б. Зельдовича и И. Д. Новикова, так и американцев Р. Пенроуза и С. Хоукинга настойчиво требуют признания неизбежности существования «особых точек» в космологических решениях общерелятивистских уравнений.

При этом сущность «особой точки» (сущность особого — сингулярного — состояния материи в момент наибольшего сжатия) до сих пор остается неизвестной. Некоторые специалисты считают ее математическим символом какого-то физического состояния, пока еще неизвестного и недоступного анализу.

В 1969 году советские физики В. А. Белинский, Е. М. Лифшиц и И. М. Халатников, а также американец Ч. Мизнер считали существование сингулярности результатом исходных упрощений теории. Решая уравнения общей теории относительности, они нашли новый класс космологических моделей, в которых вселенная, приближаясь к «нуль-пункту», из-за своей неоднородности начинает осциллировать во времени. Тем самым предотвращается наступление сингулярного состояния. В работах советских физиков по-новому ставится вопрос о физическом смысле времени вблизи «нуль-пункта». На конечном интервале времени число осцилляций оказывается бесконечным. А следовательно, если измерять время числом цик-

лов, то оно само окажется бесконечным. В этом смысле у теории пульсирующей вселенной есть свои достоинства. Некоторые ее предсказания получили поразительно точное подтверждение. Но есть у нее и серьезные затруднения, все еще не преодоленные ни с помощью наблюдений, ни теорией.

Скорее всего сингулярность указывает предел, до которого теория тяготения Эйнштейна пригодна. А дальше?..

При больших плотностях, по-видимому, нужна другая теория.

Единое «начало» вселенной порождает и трудность, связанную со шкалой времени. Помните, по старой шкале метагалактических расстояний, существовавшей до 1952 года, продолжительность эпохи расширения равнялась $T=\frac{1}{H}=\frac{1}{540}=1,8$ миллиарда лет. Этот срок находился в вопиющем противоречии даже с возрастом земной коры. Сейчас принято считать $T=10-13$ миллиардов лет. Это, конечно, лучше, но не намного. Космогонисты предполагают, что возраст наиболее старых звезд примерно... 25 миллиардов лет. Но звезды не могли образоваться до «рождения вселенной».

Вообще надо сказать, что многие специалисты в области космогонии настроены по отношению к космологии довольно решительным образом. Вот, например, что говорил Виктор Амазаспович Амбарцумян, основатель и глава широко известной во всем мире школы космогонии.

«...Некоторые теоретики, основываясь на законе Хаббла и на ряде других очень грубых и произвольных предположений, построили гипотетические модели вселенной, которые, по-видимому, отражают некоторые свойства реальной вселенной. Но характер этих моделей настолько зависит от сделанных упрощающих предложений, что эти модели следует считать очень далекими от реальности. Что касается меня лично, то я думаю, что на современном этапе этих теоретических работ даже не имеет смысла подробно сравнивать эти модели с наблюдениями».

Академик В. А. Амбарцумян не строит заранее теоретической модели, которая лишь затем подвер-

гается эмпирической проверке. Его космогонические гипотезы, касающиеся вопросов возникновения звезд и звездных скоплений, галактик и их взаимодействия, возникают как обобщение результатов наблюдений.

Внегалактическая астрономия — главный эмпирический фундамент космологии — еще очень молода. А трудности, с которыми ей приходится сталкиваться, поистине фантастические. Многие результаты наблюдений лежат не только на пределе возможности уникальных приборов, но даже за этими пределами. Это обстоятельство допускает возможность различного толкования некоторых эмпирических данных. Читатель, наверное, помнит, что все наши рассуждения исходили из признания либо совершенного космологического принципа, либо его ограниченного варианта. Последний предполагает, что вселенная одинакова в разных точках и по разным направлениям. Совершенный же космологический принцип требует еще и того, чтобы так было всегда в разные моменты времени. Однако на любом этапе познания наука всегда имеет дело с некоторой ограниченной частью вселенной, так что выводы о ее однородности и изотропности всегда остаются предположительными.

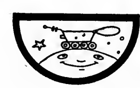
Последнее время многие космологи стали отходить от космологического постулата, считая требования однородности и изотропности вселенной слишком жесткими, слишком сильно снижающими степень реальности такой модели. В свою очередь, отказ от космологического постулата требует сразу пересмотра некоторых важных выводов. Так, если согласиться с тем, что более близкое описание реальной пространственно-временной структуры вселенной дается ее анизотропной и неоднородной моделью, то зависимость конечности или бесконечности пространства от знака его кривизны становится неоднозначной. Впрочем, по поводу анизотропной и неоднородной вселенной среди специалистов споры только разгораются. Многие считают, что вселенная может быть неоднородна лишь «в малом»; в достаточно же больших объемах она однородна.

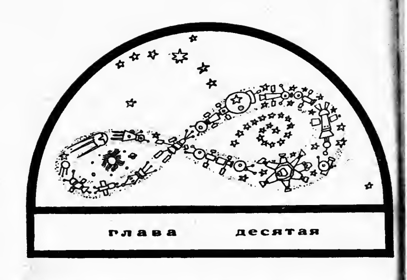
Наконец, следует вспомнить и о том, что данных внегалактической астрономии все еще недостаточно,

чтобы определить среднюю плотность вещества во вселенной. А это значит, что не может быть решен вопрос и о кривизне пространства. Мы не можем пока на основании эмпирических данных решить вопрос о замкнутости или незамкнутости нашего мира.

Да, трудностей много. Но тем интереснее, тем перспективнее наука. Очень интересное сравнение привел академик Гинзбург: «Космология и физика элементарных частиц — это как бы два антипода. Вместе с тем, как говорят, противоположности сходятся. И действительно, у космологии и физики элементарных частиц есть одна и та же черта, определяющая их значение в науке. Именно в этих областях — соответственно, астрономии и физике — сейчас проходит граница между областью, освещенной знанием, пусть неполным, и кромешной тьмой неведомого».

Хорошо сказано, правда?..





глава десятая

В ней читатель знакомится с гипотезами-конкурентами и наконец протягивает руки к вопросу, как возникла вселенная, после которого понимает, что может начинать читать книгу сначала

Весной 1958 года Нильс Бор, обсуждая вопросы единой теории элементарных частиц, выдвинутой Вернером Гейзенбергом и Вольфгангом Паули, неосторожно заметил: «Нет никакого сомнения, что перед нами безумная теория. Вопрос состоит в том, достаточно ли она безумна, чтобы быть правильной».

Нельзя сказать, чтобы мысль была совершенно оригинальной. Начнем разматывать ленту времени назад: Фридман, Эйнштейн, Лобачевский, Коперник... да это все авторы совершенно безумных идей. Ряд имен можно продолжить еще в глубь столетий до древнего принципа доказательства «от противного». Напрашивается вывод, не закономерно ли то обстоятельство, что в результате планомерного хода развития постепенного накопления информации наука оказывается перед необходимостью качественного

скачка?.. Диалектика — вот поистине нержавеющее оружие!

В конце пятидесятых годов нашего века нужда в качественном скачке стала ощущаться в науке повсеместно. Не даром в том же 1958 году, только осенью, в октябре, на Первом Всесоюзном совещании по философским вопросам естествознания член-корреспондент Академии наук СССР Д. И. Блохинцев высказал ту же мысль, что и Бор: «Нужен серьезный фундаментальный шаг вперед, и здесь нужно, быть может, только одно слово. Идея должна быть какой-то совершенно «сумасшедшей».

К сожалению, за последние годы цитата Нильса Бора приводилась столько раз в различного рода литературе, что критерий «безумия» (или «сумасшествия» в отечественной транскрипции) стал едва ли не основным при оценке некоторых идей, хотя бы на научно-популярном уровне. Между тем бывают идеи «безумные» и «безумные». Впрочем, автор испытывает сильное желание предоставить читателю проявить известную самостоятельность в оценке идей. Сам он, автор, только сообщает сведения.

Когда идея недостаточно безумна

В 1948 году в мире еще действовала «короткая» шкала внегалактических расстояний, определенная с помощью мировой постоянной Хаббла, равной 540 *км/сек* на мегапарсек.

В 1948 году возраст обозреваемой вселенной в связи с этим оценивался всего в 2 миллиарда лет. Между тем даже камни на поверхности Земли были значительно старше. Этот конфликт теории с практикой беспокоил специалистов. Профессор У. Боннор рассказывал, что «даже Эйнштейн, который никогда не переоценивал значение наблюдений, был обеспокоен этим противоречием».

В 1948 году результаты наблюдений настойчиво

уверяли, что наша Галактнка — самый большой звездный остров во всем иаблюдаемом мнре, а ее звезды дают сто очков вперед звездам чужих галактик по величине н яркостн... Такой вывод сводил на нет совершеиный космологический прницнп, лежащнй в осиове релятивнстской космологнн.

Строго говоря, общая теорня относнтельиостн позволяла, конечно, выйтн нз многих затрудиений, если предположить реальиость существованя λ-члена н рассматрнвать модели мира наподобие модели Леметра. Но предубеждеиность самого Эйнштейна протнв космологической постоянной настолько сильио влияла на психологню исследователей, что можно сказать смело: да, в 1948 году ие существовало ин едииого миеиия, ии едииой убеднтельиой моделн вселенной; вернее, последннх было слншком миого. Несчастье каждой заключалось в том, что, во-первых, любая теория претендовала на едииственность, отвергая все остальное. Во-вторых, каждая гнпотеза несла с собой новые протнворечия. И накоиец, ни одна из ннх не была иастолько солидна, чтобы суметь достойио конкурировать с иестацнонариой (релятивистской) космологией.

В таком интеллектуальном клнмате в 1948 году почти одновремеино появнлись работы английскнх специалнстов. Одиа — подписанная имеиами Германа Бондн, самого молодого профессора математикн королевского колледжа в Лоидоие, и Томаса Голда — человека еще моложе годамн н по этой причине иаходнвшегося пока в должности преподавателя Трнннтн-колледжа: знаменнтого Тринитн-колледжа! И вторая работа, подпнсанная имеием английского астрофнзика, тридцатитрехлетнего профессора Фрэда Хойла.

Обе работы нсходнлн из постулнрования совершенного космологического принцнпа.

Боиди и Голд постронлн феноменологическую теорню вселенной, удовлетворяющую совершеииому космологнческому прннципу. Прн этом в моделн аиглнчаи присутствовало красиое смещеиие — вселеиная расшнрялась, но ие было снигулярностн — «особого (сжатого) состояиня», не было «big bang'a», ие было смущающего всех «иачала». Как это им удалось?..

Оба автора отбросили «скользкую» гипотезу первоначального сверхплотного состояния материи и созидающего взрыва и предположили, что «мир вечен». Вселенная существовала всегда и всегда расширялась. Особенностью гипотезы являлось предположение, что в пространстве непрерывно рождается вещество. Причем рождается столько, что этот процесс полностью компенсирует убыль из-за эффекта «расширения». Из вновь созданного материала образуются новые галактики, и средняя плотность вещества во вселенной не меняется.

«Рождение материи» происходит очень незаметно. В объеме, соответствующем знаменитому зданию СЭВ в Москве, должен родиться в год всего один атом вещества. И такой ничтожной, с нашей точки зрения, производительности вселенной вполне достаточно, чтобы поддержать плотность вещества в мире на одном уровне...

В том же году Фрэд Хойл, наверняка известный читателю и как астрофизик, и как автор популярных фантастических романов, выступил с аналогичной идеей, по-новому поворачивающей космологическую проблему. Хойл всегда выделялся смелостью и оригинальностью мышления. Научную деятельность его часто сравнивают с фейерверком — столько смелых идей и неожиданных концепций он создал. Правда, это сравнение опасное: вспышки фейерверка быстро гаснут... А пока возвратимся на 23 года назад и внемлем Хойлу и его новой гипотезе.

Чтобы избавиться от грустной картины все время «разжижающегося» мира, Хойл также предложил модель «стационарного состояния расширяющейся вселенной». Он только несколько видоизменил уравнения Эйнштейна и вывел модель Бонди и Голда как следствие новых уравнений поля. Чтобы объяснить возникновение галактик, Хойл предположил, что в пространстве рождается водород, и даже ввел понятие некоего «творящего поля», отмахнувшись от того, что подобные процессы физикам неизвестны.

«...откуда берется материя? Ниоткуда! Материя довольствуется тем, что возникает в готовом виде...

В прежних теориях предполагали, что в некоторый данный момент возникло целиком все количество

материи во вселенной и весь процесс творения представлялся как гигантский взрыв. Что касается меня, то я нахожу эту идею гораздо более странной, чем идею непрерывного творения», — писал Хойл в 1952 году.

И несмотря на столь явно субъективный характер гипотезы, она показалась привлекательной и стройной многим астрономам. «Устранялось разногласие между возрастом Земли и вселенной — мир вечен»! Устранялось и такое неприятное явление, как взрыв-созидатель, который в силу своей уникальности не поддавался объяснению. «...мне претит сама мысль о том, что для объяснения наиболее общих черт нашего бытия необходимы «начальные условия». Это значило бы, что вселенная — весьма убогая штука, способная лишь громыхать, как огромный завод, да и то после долгой наладки, подобно той старой автомашине, которую я водил в первые послевоенные годы. В космологических исследованиях я придерживаюсь точки зрения, что все важные черты вселенной уже содержатся в ее законах, а не привносятся извне».

В этих словах Ф. Хойла, сказанных в 1963 году, выражено достаточно четкое кредо. Запомните эту дату — 1963 год. Нам она еще понадобится. А пока, начиная с 1948 года, гипотеза Хойла обрастала сторонниками и все новыми и новыми подробностями. «Кто знает, может быть, где-то в неисследованных недрах галактик скрывается механизм, рождающий «нечто из ничего», — думали сомневающиеся и осторожные, не решаясь открыто возражать напористым англичанам. А профессор Р. Литтлтон, член Лондонского королевского общества и Королевского астрономического общества, даже придумал впечатляющую аналогию этого процесса, спекулируя на том, что мы живем в четырехмерном мире. Аналогия, как обычно в таких случаях, основывается на понижении мерности пространства с целью повышения наглядности.

Итак, представьте себе ведро, наполненное водой. Поверхность воды — наш плоский мир, в котором лежит, распластавшись, уже знакомый нам представитель — плоскун или плоскатик. А теперь вообразим, что пошел дождь. Капли падают на поверхность нашего плоского мира, создавая у плоскатика впечат-

ление «рождения вещества». Ведь понятие «дождь» из третьего измерения ему не доступно. Дождевые капли переполняют ведро и переливаются через край, аналогично эффекту галактик, уходящих за горизонт событий в нашем мире. Вот и получается — все на месте. И «рождение вещества», и «расширение Вселенной», и ее «стационарность».

Была, конечно, маленькая загвоздка и в этом объяснении. Почему же все-таки вселенная расширяется? На этот вопрос попытались подробно ответить совместно с Р. Литтлтон и Г. Бонди в 1959 году, выдвинув модель «электрической вселенной». Оба специалиста высказались за то, что расширение вселенной можно объяснить электрическим отталкиванием. Для этого достаточно было предположить совершенно ничтожное неравенство положительного и отрицательного зарядов.

$$\frac{e^{+} - |e^{-}|}{|e^{-}|} = 2 \cdot 10^{-18}.$$

Литтлтон был даже уверен, что в лабораторных условиях проверить эту гипотезу окажется нетрудно. В 1961—1963 годах В. Хьюз с сотрудниками сумел доказать, что величина неравенства зарядов не наблюдается и при точности измерений на два порядка выше предсказанной (то есть $\frac{e^{+} - |e^{-}|}{|e^{-}|} < 10^{-20}$).
После этого гипотеза электрического отталкивания потеряла в глазах исследователей всякую привлекательность; да и сами авторы как будто настроены к ней сейчас весьма скептически.

Что ж, время идет. Наука развивается. Постепенно стали возникать и некоторые теоретические неувязки. Например, математическим эквивалентом вселенной Бонди — Голда и Хойла является пустая математическая модель де Ситтера, о которой мы уже говорили. Для модели де Ситтера закон Хаббла — точный закон, для любых расстояний. Наблюдения же этого не подтверждают...

Хотя гипотеза стационарной вселенной и пользовалась популярностью, многие советские и зарубежные физики и астрономы отказывались ее принять.

Однако такие вопросы не решаются голосоваинем н даже авторитетиымн теоретнческимн рассужденнямн. Так, например, когда в сентябре 1952 года Вальтер Бааде выступнл в Рнме на коигрессе Международиого астроиомнческого союза с заявленнем о иеобходимостн пересмотреть шкалу виегалактнческих расстояниń н увелнчнть возраст вселенной, то это уже само по себе сиижало иеобходимость н злободиевиость гнпотезы стацноиарной вселенной. Однако для открытой н безоговорочной крнтнки время еще тогда ие пришло. Прерогатнва произнесеиня прнговора иад любой теорией прниадлежит экспернмеиту.

Правда, нашелся в том же году однн откровеиый протнвинк теорнн Бондн — Голда н Хойла... папа рнмский. Да, да, все тот же неугомонный Пий XII заявил с высоты апостольского престола, что теорня стацноиариой вселеииой не годнтся, ибо ие соответствует божествениому откровению. Согласно библии ведь мир «был сотворен»! В этом отиошении «большой взрыв» папу устраивал куда больше. Но, кажется, возраженння католического пастыря особеиио инкого ие взволиовали. Гораздо важнее было решить вопрос с экспериментом.

Мог лн помочь опыт подтверднть нлн отвергнуть справедлнвость стационарной космологни? Да, мог! В модели Хойла, Боидн и Голда средияя плотность вещества неизмеииа во временн. В расшнряющихся же моделях в прошлом плотность должна была быть зиачнтельио выше, чем сейчас.

В модели стацнонариой вселенной мир, отделеиый от иастоящего временн мллнардамн лет, ничем ие отлнчался от совремеииого. Релятнвнстская космологня предусматривала определенную эволюцню вселеиной во времени.

Какой же провестн эксперимент? Измернть точио средиюю плотность вещества во вселеиной — такую задачу решнть сегодняшией науке ие под снлу. Сосчитать, как меняется колнчество галактнк с увеличеиием расстояиия, — дело тоже пока безнадежное, потому что очеиь уж трудио с достаточной точиостью измерять расстояние до самых удалениых звездиых островов. Еслн бы все галактикн были однпаковы, а то

ведь свойства их чрезвычайно различны. Различны и яркости, являющиеся одним из главных критериев расстояния.

И вот наступил 1963 год; год, когда, как пишет Дж. Гринстейн, «астрономы обнаружили, что пять небесных объектов, которые считались слабыми звездами нашей Галактики, хотя и несколько необычными, на самом деле являются, быть может, самыми удивительными и загадочными объектами, когда-либо наблюдавшимися человеком». В 1963 году были открыты квазары!

Конечно, сам факт этого открытия еще ни о чем не говорил, хотя именно эти удивительные объекты звездного мира погубили теорию стационарной вселенной. Как вы помните, все они обладают значительными красными смещениями. То есть этих «монстров звездного мира» мы видим сейчас такими, какими они, а следовательно, и вселенная, были 3, 5, 7 и даже 9 миллиардов лет назад. В пространственно-временной дали старой вселенной странных объектов множество. В непосредственной же близи к нам, ну хоть до миллиарда световых лет, их нет ни одного.

Итак, наблюдения последних лет: открытие квазаров и особенно «реликтового излучения» — окончательно доконали гипотезу стационарной вселенной Бонди и Голда. Существует мнение, что если бы «реликтовое излучение» было открыто на двадцать лет раньше, подобная гипотеза даже не возникла бы. На сегодняшнем уровне знания можно считать доказанной гипотезу о расширении, об эволюции вселенной во времени.

Понимали это и авторы, и защитники гипотезы стационарной вселенной. Сам Ф. Хойл, заканчивая на лекциях раздел, посвященный квазарам, вынужден был признать: «Возможно, что мы наконец-то получили ключ к связи между космологией и астрономией. Квазары выглядят так, как согласно некоторым космологическим теориям выглядела наша вселенная при ее возникновении. Последние десять лет (1955—1965) существовали так называемая теория «большого взрыва», согласно которой вся вселенная произошла одновременно, и «теория стационарной вселенной», по которой образование нуклонов спокойно происходит

все время. Возможно, нстниа лежнт где-то посередине. Возможно, налнчне квазаров свндетельствует, что во вселеиной вместо одного большого взрыва происходнт множество маленьких. Тем не менее этн маленькие взрывы гораздо мощнее, чем спокойные процессы теорни стацнонарной вселениой».

Этнмн словами автор гнпотезы стацнонарной вселениой отказался от своего детнща. Что же, на это надо иметь иемало мужества. Чаще люди бывают не в снлах, обнаружнв свое заблуждеине, прнзнать ошибки. Сегодня разбеганне галактик н квазаров можно счнтать, пожалуй, доказаииым. Можно прнзиать н то, что модель расшнряющейся вселенной наиболее точно соответствует уровню современных знанні. А вот гипотеза стацнонарной вселеиной оказалась безумной явио недостаточно.

Каббалнстнка XX века

Когда-то очеиь давио, может быть в самом начале нашей эры, кроме трех нанважнейшнх «иаук»: магнн, астрологнн н алхимни, — весьма большнм почетом пользовалась мнстическая релнгиозная фнлософня, нзложенная в еврейскнх каббалнстических сочнениях. Последователн каббалы, что на древнееврейском означало просто «преданне», заннмалнсь снмволнческнм толковаинем свящеииых текстов, придавая словам н чнслам особое мнстнческое зиачеине.

Но позвольте, скажет возмущеииый читатель, прн чем тут какне-то престарелые каббалнсты, когда разговор идет о XX столетнн?..

А вот при чем. Откройте-ка второй том фнзического энцнклопеднческого словаря на страннце 496. В статье «Космология», прннадлежащей перу А. Л. Зельманова, в разделе «Осиовные затруднення, сыгравшие явную илн иеявную роль в появленни иовых теорий...» под номером 2 стоит: «...2. Необъясненная эмпнриче-

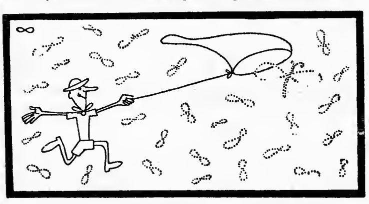
ская связь межгалактических параметров с микрофизическими константами».

Что это значит?

В тридцатые годы Артур Эддингтон, весь переполненный идеями относительности, в целях популяризации задумал сосчитать... количество элементарных частиц во вселенной.

— Что за задача? — удивились многочисленные философы от физики и физики от философии. — Как можно счесть бесконечное в необъятном?..

Однако согласно теории относительности можно было представить вселенную замкнутой и вычислить ее диаметр и объем. Диаметр оказался равным примерно 10^{28} сантиметров, а объем приблизительно 10^{84} кубических сантиметров. Среднюю плотность



вещества Эддингтон тоже знал; по оценкам того времени она равнялась примерно 10^{-28} г/см^3. Если теперь помножить объем на плотность, получится масса вещества вселенной что-то порядка 10^{56} грамма. Масса же одного нуклона составляет примерно 10^{-24} грамма. Тогда количество частиц во вселенной найдется простым делением $10^{56} : 10^{-24} = 10^{80}$. Это огромное число.

Но почему оно так поразило Артура Стэнли Эддингтона, что в своей работе «Фундаментальная теория» он отводит едва ли не центральное место математическому манипулированию с большими безразмерными коэффициентами — мировыми постоянными?

Отойдем еще чуть-чуть назад во времени, примерно в двадцатые годы. В Бристольском университете решает проблему получения высшего технического образования долговязый студент по имени Поль Дирак. Пройдет совсем немного лет, и весь мир узнает его полное имя Поль Адриен Морис Дирак. Хотя это вовсе и не принято в Англии. Пока же он Поль, или Пол, — парень со складом ума, малопригодиым для инженерной деятельности.

Однажды товарищи по курсу показали ему конкурсную задачу, которую дали в Кембридже на какой-то ежегодной студенческой конференции или олимпиаде. Условия звучали так: «Трое рыбаков поехали ловить рыбу. Ненастная ночь заставила их укрыться в одинокой пустой хижине. Чтобы переждать непогоду, рыбаки уснули. Однако одному из них не спалось. Выглянув на улицу и убедившись, что буря утихает, он решил забрать свою долю улова и отправиться домой, не беспокоя товарищей. При дележке одна рыба оставалась лишней. И дабы никому не было обидно, первый рыбак выкинул ее в море.

Вскоре после его ухода проснулся второй рыбак. Не зная, что дележ уже состоялся, он заново разложил улов на три части, получил лишнюю рыбу, выкинул ее в море, забрал свою долю и уехал домой.

С третьим рыбаком вся история повторилась. И он делил улов на три части, кидая лишнюю рыбу в море, брал свою долю и отправлялся восвояси.

Спрашивалось, какое минимальное число рыб удовлетворяло этому условию?»

Впервые кембриджскую задачу автор услыхал, будучи также студентом на семинаре по физике от прекрасного преподавателя доцента С. Б. Врасского. И насколько помнится, довольно долгое время был занят вместе с товарищами ее решением. Однако сообщенный С. Б. Врасским ответ Дирака ошеломил нас всех.

Дирак представил решение с ответом: «минус две рыбы»! Какое дело математике до того, положительными или отрицательными окажутся рыбы...

После окончания Бристольского университета П. А. М. Дирак специализируется по теоретической физике в Кембридже. В 1928 году работает у Резер-

форда, строит релятивистскую теорию движения электрона. Занимается многими фундаментальными вопросами теоретической физики. Но нас интересуют работы Дирака, связавшие расчеты Эддингтона с неожиданной идеей о непостоянстве мировых констант. Некогда еще Пуанкаре высказывал идею о непостоянстве фундаментальных постоянных. Но для того чтобы хоть о чем-то говорить определенно, постоянные (или константы), казалось бы, необходимы.

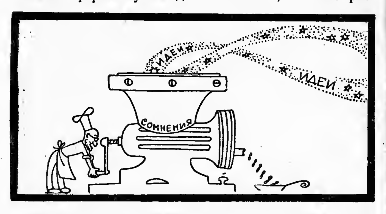
Познакомившись с расчетами Эддингтона, Дирак в 1937 году решает ввести в качестве единицы измерения времени одну из величин, характеризующих мир на его элементарном уровне — время так называемых сильных взаимодействий 10^{-23} сек. Грубо говоря, такое время требуется элементарной частице, чтобы со скоростью света переместиться на расстояние, равное своему диаметру. Если подсчитать в новых единицах время существования вселенной (мы имеем в виду расширяющуюся вселенную, Т = 13 млрд. лет), то получится 10^{40}. Интересная величина! Отношение диаметра вселенной (10^{28} см) к размеру нуклона (10^{-13} см) тоже примерно 10^{40}. Отношение квадрата диаметра нуклона к квадрату «планковского кванта пространства L^2» ($L^2 = G\frac{h}{c^3}$; где h — постоянная Планка] снова 10^{40}.

Но самое интересное то, что число элементарных частиц во вселенной (10^{80}) равно квадрату безразмерного времени существования самой вселенной (10^{40}). Можно ли предположить, что такое соотношение — случайность, свойственная лишь нашей эпохе? Вряд ли... Реальнее считать, что это соотношение $(10^{40})^2$ между временем и количеством частиц сохранялось всегда. А так как время существования вселенной непрерывно растет, то и количество частиц должно увеличиваться. Так мы, жонглируя межгалактическими параметрами и микрофизическими константами, добрались и до необходимости увеличения количества частиц с течением времени. Но и это было еще не все. Дирак взял отношение сил сильного взаимодействия к силам гравитации и опять получил 10^{40}. Значит, и эти величины связаны друг с другом? Но время существования вселенной, от

«начала» и до сего дия, размерное оно илн безразмерное, растет. Не зиачнт лн это, что гравнтациоиная постояиная должна уменьшаться?

Сам П. А. М. Дирак, высказав ндею, охладел к ней. Война с Германней н другне проблемы заслоннлн от него вопрос — являются лн мировые константы функцнями возраста вселенной. Его иден подхватилн другие. Так, тезнс о «стареиии гравнтацнн» породнл целый водопад работ, развнвающнх высказанные англнйским фнзнком предположення.

В 1944 году немецкнй фнзнк-теоретик Паскуаль Иордан пытался реализовать ндеи Дирака. Ои предложнл сфернческую модель вселеииой, лииейно рас-



ширяющуюся со временем. В «мире Иордана» непрерывно возникала матерня, а «постоянная» тяготення измеиялась обратно пропорцнонально возрасту вселенной...

Эта теорня явнлась одинм нз многочисленных обобщений теорнн Эйнштейна. И, как видит чнтатель, с каждым из ннх может быть связаиа своя космологня.

С теченнем временн космологин, основанной на теорни относительностн, прншлось иметь дело со все возрастающим колнчеством гипотез-конкурентов. Еслн пернод до начала второй мнровой войны специалисты счнтают временем «развнтня теоретнческих представленнй и накопления эмпнрнческого матернала о наиболее удаленных туманностях», то после войны на-

ступило время обобщения этих результатов и подготовки новых теорий.

Математическими моделями вселенной занимаются многие выдающиеся специалисты у нас и за рубежом. При этом некоторые решения, даже не подходящие для описания действительности, дают мощные толчки развитию чистой теории.

Возникает вопрос: можно ли считать числовое манипулирование коэффициентами чистой спекуляцией? «10^{40}» — модное число XX века! Но выражает оно какую-либо закономерность или имеет примерно тот же смысл, что и число десять в учении пифагорейцев, сейчас трудно сказать. Анализ еще до конца не доведен. А у обоих полярных взглядов имеются свои авторитетные сторонники и свои не менее авторитетные противники. Так что подождем...

Сегодня клан ученых, пытающихся реализовать идеи Дирака, возглавляет Роберт Дикке — молодой и исключительно активный профессор Принстонского университета. Это ему принадлежит интерпретация непонятного шумового фона как «реликтового излучения». Он же провел и великолепный эксперимент по проверке равенства инертной и гравитационной масс, повысив точность существовавших до него результатов сразу на три порядка.

Вместе со своим аспирантом Брансом Р. Дикке предложил новую теорию развития вселенной. Его модель не нуждалась в «творящем поле Иордана», и постоянная гравитации менялась в ней пропорционально времени, а не обратно пропорционально, как в предыдущих теориях. В общем, теория производила очень хорошее впечатление, пока дело не дошло до расчетов.

Согласно теории Дикке — Бранса перигелий орбиты Меркурия вращался, обгоняя классическую теорию на 39 секунд, вместо 43 секунд по теории Эйнштейна. Чтобы убрать неувязку, Дикке предполагает, что Солнце сплющено, и эта сплющенность вносит поправку в те самые 4 угловых секунды за столетие. Мало того, Дикке проводит эксперимент и объявляет, что сплющенность нашего светила доказана... Правда, научным экспериментом называется обычно то,

что в аналогичных условиях может быть повторено другими.

Результат наблюдений Дикке пока еще никем не подтвержден. Однако его теория, основанная на реализации идей Дирака, сегодня рассматривается многими как главный конкурент общей теории относительности. Справедливо ли это мнение или ошибочно — покажет время.

Вещество + антивещество = ?

В Стокгольме в Королевском технологическом институте отдел физики плазмы возглавляет, по выражению академика Б. П. Константинова, один из «интереснейших и оригинальных физиков и астрофизиков нашего времени», профессор Г. Альвен. Его работы в области магнитной гидродинамики, совсем молодом, но чрезвычайно быстроразвивающемся разделе современной физики, трудно переоценить. За научные достижения профессор Г. Альвен избран в 1966 году иностранным членом Академии наук СССР. Физикам известны многие глубокие исследования Альвена. Но вот совсем недавно вышла в издательстве «Мир» популярная книжка шведского профессора, посвященная описанию космологической гипотезы, которую Г. Альвен уже давно разрабатывает вместе с профессором О. Клейном. Суть гипотезы заключается в том, что оба автора, положив в основу своих взглядов концепцию о полной зарядовой симметрии мира, приходят к выводу о равноправности существования во вселенной как вещества, так и антивещества. И на этой базе вырастает гипотеза происхождения вселенной. Вот как определяет профессор Г. Альвен задачи, которые он видит стоящими перед собой:

«В нашем анализе мы старались не прибегать к каким-либо новым законам природы; напротив, мы старались понять, как далеко можно продвинуться, опираясь на уже известные законы. Иными словами,

мы пытались включить проблемы космологии в систему идей лабораториой физики. Мы избегали также постаиовки вопросов: каким образом возиикла вселеииая и как далеко иаходятся ее граиицы, если таковые вообще существуют? Мы скромио ограиичились рассмотреиием последнего триллиоиа лет во времеии и ближайшего триллиоиа световых лет в простраистве»...

Альвен и Клейи начииают рассматривать вселенную с момеита, когда огромиое сферическое простраиство, заполиеииое сильио разрежеииой первоначальиой плазмой с одииаковым содержаиием протонов и антипротоиов, подчиияясь закоиам тяготеиия, медлеино сжимается. На какой-то стадии сжатия плотиость плазмы достигает такой величииы, что стаиовятся заметными процессы аииигиляции, порождающие излучеиие. Излучение (главиым образом, в виде гамма-лучей и радиоволн) накапливается, повышается его давление, которое остаиавливает сжатие. А потом иаступает радиациоииый взрыв. Сжавшаяся плазма переходит в состояиие расширеиия, которое продолжается и по сей день, о чем достаточио красиоречиво свидетельствует галактическое красиое смещеиие.

Но где же здесь галактики, звезды, планеты иакоиец? Неужели всюду плазма, да еще состоящая поровну из частиц и аитичастиц?.. Авторы гипотезы считают, что галактики должиы образовываться одновремеино с разлетанием, то есть с момеита взрыва все идет так, что мало чем отличается от модели Гамова. Вот только антивещество... Сколько звездолетов стартовало со страииц фаитастических романов в другие звездиые системы, имея на борту «полные баки вещества» и ие меиее полиые баки антивещества. «Встречаясь в фокусе гигантского зеркала, вещество и антивещество аинигилировали, разгоняя звездный корабль до скоростей, близких к световым».

А теперь антифантастика.

Случалось ли вам брызиуть иа раскалеииую плиту? Наверияка случалось. И что? Ничего? В следующий раз будьте во время эксперимеита виимательнее.

«Если уроиить каплю воды иа плиту, нагретую немного больше 100° С, капля почти мгиовеино с шипеиием испарится, — пишет Г. Альвен в своей книж-

ке «Миры и антимиры». — Если температуру увеличить еще немного, капля как бы взрывается и исчезает за доли секунды. Но если нагреть плитку до нескольких сот градусов, докрасна, то происходит другое явление. Капля не испаряется мгновенно, она может оставаться на нагретой пластинке более 5 минут. Она начинает дрожать и метаться из стороны в сторону, постепенно уменьшаясь в размерах, прежде чем совсем исчезнуть».

Объяснение простое — между раскаленной плитой и каплей возникает слой пара, который служит изоляцией при передаче тепла. Чем выше температура плиты, тем толще слой пара — лучше изоляция, дольше держится капля. Просто, а выглядит парадоксом.

Это явление было исследовано и описано еще в XIX столетии, получив название эффект Лейденфроста, по имени первооткрывателя. А теперь вернемся на борт звездолета, движущегося с помощью аннигиляции. Выброшенные магнитными пушками, встречаются в фокусе отражателя куски вещества с антивеществом. Взрыв? Ослепительная вспышка ярче солнечного протуберанца?..

Ничуть не бывало. Не зажмуривайте глаза, не накрывайтесь белой простыней. Вспышка? Вроде есть, только маленькая, типа трамвайной искры. А дальше? Дальше неслышно (явление происходит в небольшом глубоком вакууме) оба куска разлетаются в разные стороны. Эффект, аналогичный явлению Лейденфроста. При первом соприкосновении вещества и антивещества произошла аннигиляция, и силы начавшегося взрыва разметали куски в разные стороны. Конечно, может быть, сравнивать начало аннигиляции с искрой на трамвайной дуге и не очень прилично, а главное, обидно для фантастов, но существует предположение, что реакция анигиляции должна происходить довольно медленно, «сечение взаимодействия», как говорят специалисты, недостаточно для того, чтобы реакция аннигиляции протекала интенсивно.

А теперь вернемся ко вселенной. В начальный момент расширения, после радиационного взрыва, плазма горяча. Горячая плазма обладает прекрасной электропроводностью. В разлетающейся вселенной ге-

нерируются и бушуют магиитые поля. Оии-то и играют роль сепаратора, отделяя положительио заряжеииые протоиы от отрицательно заряжеиных аитипротоиов; ие дают им сгореть, «проаииигилировать» всему веществу. В дальиейшем плазма из частиц создаст вещество, из иего скоидеисируются галактики, звезды, плаиеты, появится человек. Из аитичастиц произойдет все так же, только с соответствующей приставкой «анти».

Альвен и Клейи считают, что даже в пределах нашей Галактики могут существовать звезды из вещества и аитивещества. Вы скажете: «А иу, как сблизятся?» Что ж? Еще иа дальиих подступах реакция аииигиляции иастолько подиимет давлеиие излучения в пограиичиом слое («слое Лейдеифроста»), что тела из вещества и антивещества тут же иачиут разбегаться в разиые стороны. Альвеи пишет, что «слой Лейденфроста» может быть очеиь тоиким по космическим масштабам. При определеииых условиях его толщииа остается в пределах 0,001 светового года и даже меиьше. Такой толщииы, по-видимому, достаточио для эффективиого разделеиия койиовещества и антивещества. (Койиовеществом шведский физик иазывает обычиое вещество иашего мира.)

Интересио отметить, что отличить звезду от аитизвезды чрезвычайио трудио. Электромагиитиое излучеиие обеих в прииципе одииаково. Другое дело, если бы научиться регистрировать иейтриио и аитинейтриио от далеких светил. Но судьба «иейтрииной астроиомии» пока что весьма неопределеииая.

Академик Б. П. Коистантииов говорит, что взгляды Альвеиа и Клейиа о равиоправии вещества и аитивещества во вселенной ие разделяются большииством физиков и астроиомов. «Я бы даже сказал, что эта гипотеза вызывает у физиков в какой-то степеии отвращеиие». Причииа — отсутствие доказательств существоваиия аитивещества во вселеииой, а также иарушения симметрии при взаимодействии элемеитарных частиц и при бэта-распаде.

«По имеющимся сейчас даииым, вполие возможио, что вселеииая состоит только из протоиов и электронов иаряду с четырьмя видами иейтриио, а также квантов электромагиитиого излучения. Но и это по-

ложение так же, как и гипотезу Альвена и Клейна, нельзя считать доказанным. Именно поэтому книга Альвена представляет большой интерес» — так заканчивается послесловие к книге «Миры и Антимиры», содержащей еще одну любопытную гипотезу развития вселенной.

Можно описать много любопытных гипотез. Рассказать об идее профессора К. П. Станюковича, согласно которой мир возник в результате столкновения двух элементарных частиц... Или описать гипотезу Дж. Уилера и Мизнера, согласно которой электрические заряды есть проявление особых свойств самого пространства; гипотезу Р. Фейнмана о так называемой «нейтринной вселенной».

Много, очень много интересных, в высшей степени остроумных идей высказано по поводу образования и развития вселенной. И в каждой, безусловно, заложено какое-то рациональное зерно. Ведь идеи высказывают люди, обладающие большими знаниями. Они сами прежде всего стремятся к тому, чтобы ничто в их предположениях не противоречило существующим законам. Новая теория, какой бы она ни была «сумасшедшей», не имеет права отрицать проверенные опытом старые законы. Она может их лишь обобщать, может подниматься над ними. Без соблюдения этого условия никто просто не станет рассматривать «новые» идеи.

Времена греков в длинных хитонах ушли безвозвратно. Это они, мудрецы и философы, создавали свои гипотетические построения, шагая по дорожкам и рассуждая. Только рассуждая... Сегодня этого мало. «Тем, кто не знает математики, трудно постичь подлинную, глубокую красоту природы... — говорит Р. Фейнман в лекциях о связи математики с физикой. — Она (природа) дает информацию лишь в одной форме, и мы не вправе требовать от нее, чтобы она изменила свой язык, стараясь привлечь наше внимание...»

Сложные и тонкие математические построения, развивающаяся теория тяготения, теория элементарных частиц, квантовая теория — вот далеко не полный научный арсенал современной космологии. Человечество накопило уже большой запас знаний, и не

нсключено, что еще нынешнее поколеине явится свидетелем мощного качественного скачка, аналогичного перевороту, совершенному Эйнштейном, но уже иа другом н, надо думать, более высоком теоретнческом уровне.

Битва идей продолжается

«Если отказаться от прннципа протнворечня, то все суждения окажутся на одном уровие достоверности, н будет невозможно отлнчить средн них суждения нстинные от сужденнй ложных»,— пншет философ Берроуз Данэм в кннге «Человек протнв мнфов». Чего-чего, а протнворечнй в космологнн хватает. Пожалуй, нн в одной другой науке не иайтн столько конкурнрующих гипотез н столько недоразумений. Одно время средн частн ученых даже днскутировался вопрос: можно ли счнтать космологню вообще наукой?

Сомнення усугублялнсь тем, что наблюдения виегалактнческой астрономин, поставляющие основной эмпнрнческнй матернал космологнн, в лучшем случае лежат на гранн, на пределе возможностей астрономической технnки. Чаще же онн уходят за этн пределы. И тогда результаты экспернмеита прнобретают функциональную завнсимость от фантазни экспериментатора, допуская самое шнрокое толковаине этих результатов.

Практнческн в первой половине текущего столетия любую космологическую схему можно было согласовать с даннымн иаблюдений, лишь слегка «подогнав» результаты. Если же те илн нные даниые протнворечнлн выбранной модели, нх можно было безнаказанно объявнть неточнымн или даже просто неправнльнымн. Прн таком положеинн дела в ряды космологов прибыло немало теоретнков, каждый нз которых холнл и лелеял свою собственную гнпотезу, собственную модель.

Классическая физика вплоть до начала XX столе-

тия придерживалась с «легкой руки» Бэкона и Ньютона в основном «наивнореалистической концепции» о природе научных понятий. (Так называют эту точку зрения видные советские философы: член-корреспондент АН СССР П. В. Копнин и профессор П. С. Дышлевый.) Заключалась она в том, что любое понятие считалось «прямым непосредственным отражением какого-то элемента объективной реальности». Однако, по мере накопления новых фактов, по мере возникновения необходимости в понятиях, не имеющих наглядности, физики были вынуждены все больше отходить от этой концепции.

В такое «неустойчивое» время появилась общая теория относительности. Несмотря на то что суть ее уходила корнями в огромные пласты опытных результатов и прошлых теорий, внешне она имела вид более априорный, чем, например, даже такая вершина абстрактного мышления античности, как эвклидова геометрия. Эта кажущаяся априорность послужила причиной возникновения двух непримиримых лагерей в науке. Среди одной части физиков-теоретиков возникла идея вообще «полной реконструкции физики на аксиоматической базе». Это означало отказ от опыта и вывод всех физических законов из немногих аксиом. Особенно ратовали за такую постановку вопроса англичане А. Эддингтон и Э. Милн. Исходя из идеи Канта о том, что истинная наука начинается тогда, когда разум диктует природе законы, а не заимствует их у нее, Эддингтон писал: «Во всей системе законов физики нет ничего, что не могло бы быть недвусмысленно выведено логически из соображений теории познания».

Английский астрофизик Э. Милн не ограничился, подобно А. Эддингтону, провозглашением доктрины априорности знания. Он самым серьезным образом попытался построить стройную систему теоретических знаний, положив в ее основу один лишь космологический принцип. Из этой системы, по его мнению, можно было вывести логическим путем, не обращаясь к эксперименту, все основания геометрии и физики. Эта позиция встретила резкую критику со стороны многих видных деятелей науки. «...я считаю, что эти идеи представляют собой значительную опасность для

здорового развнтня науки», — писал Макс Борн, посвятив фнлософнн Эддингтоиа н Мнлна свой доклад, прочнтанный на собраиин Деремского фнлософского общества н Общества чнстой науки Королевского колледжа в Ньюкасл-апон-Тайне 21 мая 1943 года. Оба не нашли новых плодотворных ндей для своей системы взглядов н осталнсь в плену древией коицепцин об апрнорности знаннй.

Впрочем, нашлнсь н другие представнтели науки, которые, обвнннв первых в иеоаристотелнаистве, ударились в другую крайиость. Оин требовалн, чтобы все без исключення научные прннцнпы выводнлнсь только нз опыта; от частного результата опыта к обобщенню. Любой результат теорин — частный нлн общнй — должен был, по миеиию «ложиых галнлеанцев» (нменно так окрестнлн представнтелей этого направлення фнлософы), вытекать непосредствеиио из эксперимента.

Подобные метаиня из стороны в сторону, возннкновенне множества протнворечивых теорий, гнпотез н моделей, отсутствне надежных опытных данных прнвелн к «велнчайшему смятению н путанице в умах астрономов». Миогие понятня нуждалнсь в уточненнях, и прежде всего следовало разделить сферы влияння естествознання и философнн, научнться делать фнлософскне обобщення на базе эксперимеитальных и теоретнческнх данных, а не пытаться втиснуть результаты опыта в готовую фнлософскую схему. Естествознание не может существовать без фнлософнн, которая обобщает выводы, подготавлнвая платформу для следующего прорыва в нензвестность. Но философия слншком могучее оружие, чтобы нм пользоваться иеосмотрнтельно и легкомысленно.

Не нужно забывать мысль, высказанную Владимиром Ильнчем Лениным об истннно философской постановке проблемы: «Вопрос не о том, есть ли движение, а о том, как его выразнть в логнке поиятий».

Примером правильного и мудрого подхода к философскому обобщенню достижений естествеиных наук может служить путь, показанный Владнмиром Ильичем. Часто возникает вопрос: как мог В. И. Леннн, не счнтавшнй себя спецналнстом в областн естественных наук, прийтн не только к такнм плодотвор-

ным предвидениям, как, например, о неисчерпаемости электрона, но и к выводам, которые имели важное принципиальное значение для развития всей науки в целом? Ответ на этот вопрос содержится в словах самого В. И. Ленина: «Само собой разумеется, что, разбирая вопрос о связи одной школы новейших физиков с возрождением философского идеализма, мы далеки от мысли касаться специальных учений физики. Нас интересуют исключительно гносеологические выводы из некоторых определенных положений и общеизвестных открытий. Эти гносеологические выводы до такой степени напрашиваются сами собой, что их затрагивают уже многие физики. Мало того, среди физиков имеются уже различные направления, складываются определенные школы на этой почве. Наша задача поэтому ограничится тем, чтобы отчетливо представить, в чем суть расхождения этих направлений и в каком отношении стоят они к основным линиям философии».

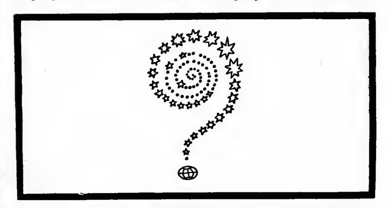
Несомненно, правильно мнение, что естественные науки не могут развиваться в отрыве от философии, которая обобщает их выводы и помогает строить догадки. Но не менее правильно и то, что сама философия без животворного влияния естественных наук становится мертвой схемой.

Что же это такое — вселенная?

Среди философов существуют различные взгляды на то, что понимать под вселенной. Одна часть считает, что физические законы, открытые для окружающего нас мира, могут быть распространены на «всю материю вообще». Так, например, саратовский профессор Я. Ф. Аскин считает, что, пока нет доказательств того, что тот или иной физический закон ограничен определенными рамками, его можно (и нужно) распространять на весь материальный мир. По аналогии с юриспруденцией Я. Ф. Аскин формули-

рует даже некий приицип «презумпции экстраполнруемостн».

Не пугайтесь сложности термннологии. Юрндчески «презумпцня» соответствует призиаиию факта достовериым, пока не будет доказано обратное. Термин же «экстраполяцня» может быть спокойно заменен словом «распространение», так как обозиачает ои распространение поиятий и законов, отиосящихся к одной определеииой области, иа другую область. Принцнп распростраиения закоиов, выведеииых для ограннченной области вселеииой, иа весь мнр вообще вводнтся по аиалогни с юриднческнм прнnципом «презумпцни иевииовности». «Презумпция невннов-



ностн, — пишет Я. Ф. Аскнн, — заключается, как известно, в том, что человек не должен доказывать свою иевиновность; доказать, что ои виновен, должны те, кто его обвиняет, и, пока это не доказано, он не считается виновиым. Точио так же и в науке: до тех пор, пока ие доказано конкретно, что даиная закономерность ограиичена в такнх-то рамках в силу таких-то обстоятельств, не существует запрета иа право ее экстраполироваиия». Интересиая точка зрення, правда?

С другой стороиы, профессор Ленннградского универснтета В. И. Свндерский возражает против такого неограниченного (глобальиого) распростраиеиня фнзическнх законов на «весь материальный мир вообще». По мнению ленинградского философа, космология не

может претендовать на роль науки о мире в целом — такой наукой является философия, и лишь философия должна решать вопросы о конечности и бесконечности мира. Космологии при такой постановке вопроса остается лишь роль некой частной теоретической дисциплины.

Перед нами две крайние точки зрения. Однако существуют и другие.

Академик Г. И. Наан в большой и чрезвычайно интересной статье «Понятие бесконечности в математике и космологии» пишет: «Понятие бесконечности не может быть выведено непосредственно из физических явлений. Но тем интереснее сравнить выводы математики, которая больше всего связана с понятием бесконечности, с теми физическими явлениями, описанием которых они могли бы быть. Наибольшие возможности для этого дают явления космологического масштаба».

В нашей книжке мы с самого начала усадили философию и точные науки за круглый стол, тем самым старательно подчеркивая равноправие собеседников. Однако равноправие отнюдь не снимает остроты и серьезности проблемы: кому и чем заниматься? Что является прерогативой философии, а что — естествознания? Академик В. Л. Гинзбург пишет о «размежевании» сфер исследования: «Когда философ задумывается над какой-нибудь проблемой, имеющей отношение к естествознанию, то, как мне представляется, он раньше всего должен спросить себя: является ли данная проблема философской или естественнонаучной?..

...Материалистическая позиция в космологии состоит в признании существования вселенной совершенно независимо от человеческого познания и фактически до его появления. Кроме того, имея в виду не только субъективный идеализм, но также объективный идеализм и религию, подчеркнем, что материалист отрицает существование бога и вообще «чего-то», стоящего за природой, «порождающего» вселенную и т. п. К области философии относятся, кроме того, вопросы методологии и теории познания...

...Вопросы же о том, является ли пространство эвклидовым или неэвклидовым, конечен ли его объем

или бескоиечеи, стациоиариа ли вселеииая или иестациоиариа, какими закоиами управляется движеиие галактик — все это отиосится к области физики и астроиомии, базируется иа иаблюдениях и экспериментах н контролнруется ими».

При решеиии вопроса о бескоиечиости мира в пространстве и во времени большое эвристическое зиачеиие имеет леиинскнй приицип иеисчерпаемости материи. Как счнтает советский философ А. М. Мостепаиеико, из принципа качествеиной и количествениой неисчерпаемости материи вытекает положеиие о многообразии в мире пространствеиио-времеииых форм н отношений с различиыми метрическими и топологическими свойствами. Следовательио, бесконечность мира ие сводится к метрической (чисто колнчествеииой) бескоиечиости. Внегалактическая астрономия последиих лет преподиесла космологам такие сюрпрнзы, что это потребовало усилеиия иитереса учеиых к топологической (качествеииой) структуре простраиства-времеии.

Автор берет на себя смелость иапомиить, что топология — иаука, нзучающая свойства фнгур, ие меняющнхся при любых возможиых деформацнях, за исключеинем разрывов и склеиваиия. Наиболее простым примером топологических свойств геометрической фигуры является ее размерность (чнсло измереинй). Так, лииия одиомериа, а поверхиость нмеет два измереиия, тело — три... Или такое топологнческое свойство, как «порядок связиости», который зависит от количества «дырок» в геометрическом объекте. Так тор (бублик) имеет больший порядок связиости, чем, скажем, сфера нли плоскость, которые лишеиы отверстий. Еще, конечио, сложиее (и соответствеиио менее иаглядно) обстоят дела с топологнческнми свойствами пространства-времени.

Имеиио за последнее время среди специалнстов возникли серьезиые и «обосиоваииые опасеиия», что топологическая структура простраиства-времени намного сложиее, чем мы предполагали до сего дия. Например, «простраиство может быть многосвязным, — пишет Г. И. Нааи. — Могут существовать и иные «патологии». В этом случае привычная поста-

новка проблемы бесконечности в релятивистской космологии оказывается явно недостаточной».

Не исключено, что в мире существует множество различных пространственно-временных форм, которые могут быть как конечны, так и бесконечны, а к некоторым из них понятие метрической конечности и бесконечности может быть вообще неприменимым. Возможно, что имеет право на существование и гипотеза о неединственности нашей метагалактики. Но при этом в любом случае вопрос о метрической конечности или бесконечности нашей метагалактики должен решаться не философией, а опытным естествознанием.

А как обстоит дело с «началом», с самым что ни на есть первым моментом существования нашей вселенной? Как с позиции материализма примириться с «возникновением расширяющейся вселенной из нулевого объема»?

Если бы наше понятие вселенной действительно относилось к миру в целом, ко всему существующему, тогда решить вопрос о ее происхождении с позиций материализма было бы трудно. Потому что если материя была «сотворена», а, кроме материи в разных формах ее проявления, ничего больше материального не существует, то исходным мог быть только «дух»... Но поскольку оснований считать нашу метагалактику миром в целом нет, то и идеалистическая концепция неправомерна.

Мы убеждены, что мир не возникает из ничего! «Сотворение» можно рассматривать как качественный скачок — переход материи из одного состояния в другое. И то, что теория пока бессильна однозначно ответить на поставленный вопрос, означает лишь то, что пока, видимо, этот процесс — вне области применимости современной науки. Открывая новые законы, естествоиспытатель может и должен стараться расширить область их применения, экстраполировать свои выводы как можно дальше. Однако философы должны его постоянно предупреждать о том, что все эти законы и экстраполяции не безграничны.

«Вселенная, как объект космологии, — пишет советский философ В. В. Казютинский, — фактически охватывает целостный аспект «всего существующего» не в абсолютном смысле, а применительно к опре-

деленному уровню развития человеческой практики. Тогда это понятне будет динамически развиваться вместе с наукой и любые «чудеса» теорни и иаблюдений будут лишь обогащать наше знаиие.

То, что мы сегодия считаем несуществующнм, завтра будет открыто, стаиет, таким образом, существующим с иаучной точки зреиня и будет включеио в наше поиятие вселеииой».

На этом автор и хотел бы закончнть последнюю главу своей кинжки, присоединнвшнсь к последнни рассмотреиимым точкам зреиня на перспективы развития космологни. Тем более что онн, как кажется автору, исходят иепосредствеино нз леиииского понимания предмета н методов научного познаиия.

«Сущность» вещей или «субстанция» *тоже* относительиы, — пнсал Владнмир Ильнч, — оин выражают только углублеиие человеческого познаиия объектов, и еслн вчера это углублеиие не шло дальше атома, сегодия — дальше электрона н эфира, то диалектнческий матерналнзм настаивает на времеииом, относительиом, прнблнзительном характере всех этих *вех* познания природы прогресснрующей наукой человека. Электрои так же *неисчерпаем*, как н атом, прнрода бескоиечиа...»

ОГЛАВЛЕНИЕ

Томилин Анатолий Николаевич

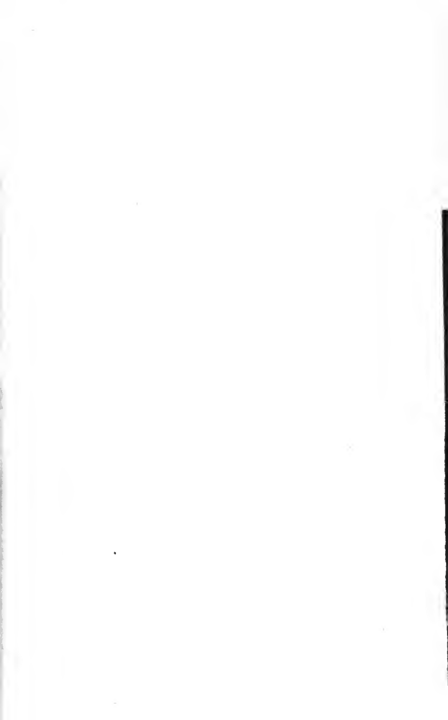
ЗАНИМАТЕЛЬНО О КОСМОЛОГИИ. М., «Молодая гвардия», 1971.
336 с. с илл. (Эврика).

528

Редактор В. Федченко
Художники Г. Кованов и В. Ковынев
Художественный редактор Б. Федотов
Технический редактор Т. Цыкунова
Корректор Н. Павлова

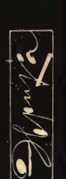
Сдано в набор 12/VII 1971 г. Подписано к печати 30/XII 1971 г. А08305. Формат 84×1/32. Бумага № 2. Печ. л. 10,5 (усл. 17,64). Уч.-изд. л. 16,2. Тираж 65 000 экз. Цена 65 коп. Т. П. 1971 г. № 130. Заказ 1552.

Типография издательства ЦК ВЛКСМ «Молодая гвардия». Москва, А-30, Сущевская, 21.



65 коп.

МОЛОДАЯ ГВАРДИЯ



МОСКВА, 1971

АНАТОЛИЙ НИКОЛАЕВИЧ ТОМИЛИН

А. Томилин — преподаватель института. «Занимательно о космологии» не первая книга этого автора. Молодые читатели неоднократно встречали его имя на страницах журналов и научно-художественных сборников. Его перу принадлежит несколько произведений, выпущенных издательством «Детская литература», в том числе книжка «Для чего — ничего», написанная в соавторстве с Н. В. Теребинской, книга «Проект Альфа К-2», а также книга «Занимательно об астрономии», вышедшая в «Молодой гвардии».

Новая книга А. Томилина, которую издательство предлагает своим читателям, посвящена одной из фундаментальных наук о вселенной.